

PROJECTOR AND METHOD FOR DRIVING THE SAME

Publication Number: 2002-131837 (JP 2002131837 A) , May 09, 2002

Inventors:

- YANO TOMOYA

Applicants

- SONY CORP

Application Number: 2000-330705 (JP 2000330705) , October 30, 2000

International Class:

- G03B-021/00
- G02B-005/30
- G02F-001/13
- G02F-001/13357
- G03B-021/14

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of using a light when colors are recreated in time division by a sequential shutter (CS). **SOLUTION:** In the projector which is provided with a modulating element 200, a light source 100 illuminating the modulating element, an illuminating apparatus and a projecting lens 300 forming an optical image from the modulating element, the sequential shutter 130, which recreates colors in time division, is placed between the light source 100 and the projecting lens 300, and a reflective polarizing plate 140, which reflects at least a part of lights (e.g. G and B) except a passed light (e.g. R) through the sequential shutter 130 to the light source 100 is provided. The method of driving utilizes said reflected light. **COPYRIGHT:** (C)2002,JPO

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 7263377

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-131837

(P 2 0 0 2 - 1 3 1 8 3 7 A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002. 5. 9)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G03B 21/00		G03B 21/00	E 2H049
G02B 5/30		G02B 5/30	2H088
G02F 1/13	505	G02F 1/13	2H091
1/13357		G03B 21/14	Z
G03B 21/14		G02F 1/1335	530
審査請求 未請求 請求項の数153 O L (全48頁)			

(21) 出願番号 特願2000-330705 (P 2000-330705)

(22) 出願日 平成12年10月30日 (2000. 10. 30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 谷野 友哉

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100076059

弁理士 逢坂 宏

最終頁に続く

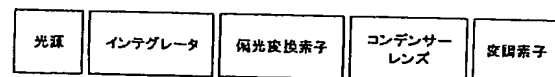
(54) 【発明の名称】 プロジェクター装置及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 シーケンシャルカラーシャッター (CS) を用いて時分割で色再現を行う場合の光利用効率を向上させること。

【解決手段】 変調素子200と、この変調素子を照明する光源100及び照明装置と、変調素子100の光学像を結像する投射レンズ300とを具備するプロジェクター装置において、時分割で色再現を行うためのシーケンシャルカラーシャッター130が光源100と投射レンズ300との間に配置され、かつ、シーケンシャルカラーシャッター130の透過光 (例えばR) 以外の光の少なくとも一部 (例えばG及びB) を光源100側に反射する反射型偏光板140が設けられていることを特徴とするプロジェクター装置、及びその反射光を利用する駆動方法。

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 変調素子と、この変調素子を照明する光源及び照明装置と、前記変調素子の光学像を結像する結像手段とを具備するプロジェクター装置において、時分割で色再現を行うためのシーケンシャルカラーシャッターが前記光源と前記結像手段との間に配置され、かつ、前記シーケンシャルカラーシャッターの透過光以外の光の少なくとも一部を再利用すべく前記光源側に反射する反射手段が設けられていることを特徴とするプロジェクター装置。

【請求項2】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群と液晶素子からなる、請求項1に記載のプロジェクター装置。

【請求項3】 前記シーケンシャルカラーシャッターの検光子が反射型偏光板であり、この反射型偏光板が前記反射手段として機能する、請求項2に記載のプロジェクター装置。

【請求項4】 前記検光子が前記光源と概ね光学共役点に配置されている、請求項3に記載のプロジェクター装置。

【請求項5】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項1に記載のプロジェクター装置。

【請求項6】 前記シーケンシャルカラーシャッターの各分割ブロックの光透過率立下りのタイミングが、対応する行電極群先頭行のデータ書換えのタイミングに概ね一致し、開口時間が下記式(1)で示され、隣接する分割ブロックの開口タイミングが t_{off}/N ずれている、請求項5に記載のプロジェクター装置。

【数1】

$$t_{\text{cs}} = \frac{1}{mf} - \frac{t_{\text{TF}}}{N} - t_{\text{LC}} \dots (1)$$

(t_{cs} : 開口時間、

f : フレーム周波数、

m : シーケンシャルカラー数、

t_{TF} : データ書換え時間、

N : 分割数、

t_{LC} : カラーシャッターを構成する液晶の立下り応答時間)

【請求項7】 前記変調素子と前記シーケンシャルカラーシャッターとの位置合わせのマージンを d とし、行電極走査方向の有効範囲を L 、フレーム周波数を f 、シーケンシャルカラー数を m としたとき、シャッターの開口時間を

$$Tt = (d/L) \times (1/mf)$$

だけ短くした、請求項6に記載のプロジェクター装置。

【請求項8】 前記シーケンシャルカラーシャッターの各分割ブロックの光透過率立下りのタイミングが、対応

する行電極群先頭行のデータ書換えのタイミングに概ね一致し、開口時間が下記式(2)で示され、隣接する分割ブロックのタイミングが $1/Nf$ ずれている、請求項5に記載のプロジェクター装置。

【数2】

$$t_{\text{cs}} = \frac{1}{mf} - \frac{1}{Nf} - t_{\text{LC}} \dots (2)$$

(t_{cs} : 開口時間、

f : フレーム周波数、

10 m : シーケンシャルカラー数、

N : 分割数、

t_{LC} : カラーシャッターを構成する液晶の立下り応答時間)

【請求項9】 前記変調素子と前記シーケンシャルカラーシャッターの位置合わせのマージンを d とし、行電極走査方向の有効範囲を L 、フレーム周波数を f としたとき、シャッターの開口時間を

$$Tt = (d/L) \times (1/f)$$

だけ短くした、請求項8に記載のプロジェクター装置。

20 【請求項10】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、フライアイインテグレーター、PS変換素子、コンデンサーレンズ、前記シーケンシャルカラーシャッター、反射型偏光板、前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクター装置。

【請求項11】 前記シーケンシャルカラーシャッターが前記反射型偏光板と光学的に一体化されている、請求項10に記載のプロジェクター装置。

30 【請求項12】 前記反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターと概ね光学共役点に配置され、かつ前記反射型偏光板が前記変調素子と近接した位置に配置されている、請求項10に記載のプロジェクター装置。

【請求項13】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項10に記載のプロジェクター装置。

【請求項14】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、前記シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり角が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項10に記載のプロジェクター装置。

【請求項15】 前記反射型偏光板の透過軸は前記PS変換素子の出射偏光軸と直交している、請求項10に記載のプロジェクター装置。

【請求項16】 前記シーケンシャルカラーシャッターは直線偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されている、請求項10に記載のプロジェクター装置。

【請求項17】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の出射側端が $1/4$ 波長板である、請求項16に記載のプロジェクター装置。

【請求項18】 前記シーケンシャルカラーシャッター

の出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項16に記載のプロジェクト装置。

【請求項19】 前記反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されている、請求項10に記載のプロジェクト装置。

【請求項20】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項10に記載のプロジェクト装置。

【請求項21】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項20に記載のプロジェクト装置。

【請求項22】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、前記シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、透過型の前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクト装置。

【請求項23】 前記シーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されている、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項24】 前記第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第1面と概ね光学共役点に配置され、かつ前記第2反射型偏光板が前記変調素子と近接した位置に配置されている、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項25】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項26】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、前記シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり角が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項27】 前記第1反射型偏光板は前記フライアイインテグレーターと光学的に一体化されている、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項28】 前記第1及び第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交している、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項29】 前記第1及び第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆である、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項30】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されている、請求項29に記載のプロジェクト装置。

【請求項31】 前記シーケンシャルカラーシャッター

は、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板である、請求項30に記載のプロジェクト装置。

【請求項32】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項30に記載のプロジェクト装置。

【請求項33】 前記第2反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されている、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項34】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項22に記載のプロジェクト装置。

【請求項35】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項34に記載のプロジェクト装置。

【請求項36】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、第1反射型偏光板、前記シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、透過型の前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクト装置。

【請求項37】 前記シーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板又は／及び前記第1反射型偏光板と光学的に一体化されている、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項38】 前記第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第1面と概ね光学共役点に配置され、かつ前記第2反射型偏光板が前記変調素子と近接した位置に配置されている、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項39】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項40】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲が、前記シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり角が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項41】 前記第1及び第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交している、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項42】 前記第1及び第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆である、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項43】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されている、請求項42に記載のプロジェクト装置。

【請求項44】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板である、請求項43に記載のプロジェクト装置。

【請求項45】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項43に記載のプロジェクト装置。

【請求項46】 前記第2反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されている、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項47】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項36に記載のプロジェクト装置。

【請求項48】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項47に記載のプロジェクト装置。

【請求項49】 楕円ミラーを備えた放電ランプ、第1コンデンサーレンズ、ロッドインテグレーター、第1反射型偏光板、第2コンデンサーレンズ、前記シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、透過型の前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクト装置。

【請求項50】 前記シーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項51】 前記第2反射型偏光板が前記ロッドインテグレーター出射面と概ね光学共役点に配置されている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項52】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項53】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり度が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項54】 前記第1反射型偏光板は前記ロッドインテグレーター出射面と光学的に一体化されている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項55】 前記第1及び第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交している、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項56】 前記第1及び第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆である、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項57】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計され

ている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項58】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板である、請求項57に記載のプロジェクト装置。

【請求項59】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項57に記載のプロジェクト装置。

【請求項60】 前記第2反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項61】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項49に記載のプロジェクト装置。

【請求項62】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項61に記載のプロジェクト装置。

【請求項63】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、前記シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、透過型の前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクト装置。

【請求項64】 前記シーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板又は／及び前記第1反射型偏光板と光学的に一体化されている、請求項63に記載のプロジェクト装置。

【請求項65】 前記第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーター第1面と近接した位置に配置されている、請求項63に記載のプロジェクト装置。

【請求項66】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項63に記載のプロジェクト装置。

【請求項67】 前記シーケンシャルカラーシャッターの分割は、前記フライアイインテグレーターの分割単位を対象にされている、請求項66に記載のプロジェクト装置。

【請求項68】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり度が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項63に記載のプロジェクト装置。

【請求項69】 前記各分割ブロックの駆動は、前記フライアイインテグレーターの各分割単位が前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように行われる、請求項63に記載のプロジェクト装置。

【請求項70】 前記第1及び第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交している、請求項63に記載のプロジェクター装置。

【請求項71】 前記第1及び第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆である、請求項63に記載のプロジェクター装置。

【請求項72】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されている、請求項63に記載のプロジェクター装置。

【請求項73】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板である、請求項72に記載のプロジェクター装置。

【請求項74】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項72に記載のプロジェクター装置。

【請求項75】 前記第2反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されている、請求項63に記載のプロジェクター装置。

【請求項76】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項63に記載のプロジェクター装置。

【請求項77】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項76に記載のプロジェクター装置。

【請求項78】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、前記シーケンシャルカラーシャッター、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、PBS（偏光ビームスプリッター）、反射型の前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクター装置。

【請求項79】 前記PBSの、前記反射型変調素子に対する隣接面に反射板が配置されている、請求項78に記載のプロジェクター装置。

【請求項80】 前記第1反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されている、請求項78に記載のプロジェクター装置。

【請求項81】 前記反射板が、前記フライアイインテグレーターの第1面と概ね共役点であって、前記変調素子の位置と光路長が概ね等しい位置に配置されている、請求項79に記載のプロジェクター装置。

【請求項82】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項78に記載のプロジェクター装置。

【請求項83】 前記シーケンシャルカラーの分割は、前記フライアイインテグレーターの分割単位を対象にさ

れている、請求項82に記載のプロジェクター装置。

【請求項84】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり角が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項78に記載のプロジェクター装置。

【請求項85】 前記各分割ブロックの駆動は、前記フライアイインテグレーターの各分割単位が前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように行われる、請求項83に記載のプロジェクター装置。

【請求項86】 前記第1反射型偏光板の透過軸が前記反射板の反射光の偏光軸と互いに直交している、請求項79に記載のプロジェクター装置。

【請求項87】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、直線偏光を出射するように設計されている、請求項78に記載のプロジェクター装置。

【請求項88】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側端が1/4波長板である、請求項87に記載のプロジェクター装置。

【請求項89】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射直線偏光は、前記PBSを所定の色が前記変調素子側に透過もしくは反射するように設定されている、請求項88に記載のプロジェクター装置。

【請求項90】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項78に記載のプロジェクター装置。

【請求項91】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項90に記載のプロジェクター装置。

【請求項92】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、前記シーケンシャルカラーシャッター、コンデンサーレンズ、PBS（偏光ビームスプリッター）、反射型の前記変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項1に記載のプロジェクター装置。

【請求項93】 前記PBSの、前記反射型変調素子に対する隣接面に反射板が配置されている、請求項92に記載のプロジェクター装置。

【請求項94】 前記第1反射型偏光板は前記フライアイインテグレーターと光学的に一体化されている、請求項92に記載のプロジェクター装置。

【請求項95】 前記反射板が、前記シーケンシャルカラーシャッターと概ね共役点であって前記変調素子の位置と光路長が概ね等しい位置に配置されている、請求項93に記載のプロジェクター装置。

【請求項96】 前記フライアイインテグレーターの第1面が前記シーケンシャルカラーシャッターと概ね光学共役点に配置されている、請求項92に記載のプロジェ

クター装置。

【請求項 9 7】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項 9 2 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 9 8】 前記変調素子の 1 画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり度が 2 分割ブロック以下であるように設定されている、請求項 9 2 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 9 9】 前記各分割ブロックの駆動は、前記シーケンシャルカラーシャッターが前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように行われる、請求項 9 7 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 0】 前記第 1 反射型偏光板の透過軸が前記反射板の反射光の偏光軸と互いに直交している、請求項 9 2 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 1】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、直線偏光を出射するように設計されている、請求項 9 2 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 2】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側端が 1/4 波長板である、請求項 1 0 1 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 3】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射直線偏光は、前記 P B S を所定の色が前記変調素子側に透過もしくは反射するように設定されている、請求項 1 0 2 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 4】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルが前記変調素子と光学的共役点に近く配置されている、請求項 9 2 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 5】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子と共役点に近く配置されている、請求項 1 0 4 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 6】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、第 1 反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、透過型の前記変調素子、前記シーケンシャルカラーシャッター、第 2 反射型偏光板の順に前記照明装置が構成されている、請求項 1 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 7】 前記シーケンシャルカラーシャッターが前記第 2 反射型偏光板と光学的に一体化されている、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 8】 前記第 1 反射型偏光板は前記フライアイインテグレーターと光学的に一体化されている、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 0 9】 前記第 2 反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第 1 面と概ね共役点に配置され

ている、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 0】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 1】 前記変調素子の 1 画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり度が 2 分割ブロック以下であるように設定されている、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 2】 前記第 2 反射型偏光板と前記変調素子の検光子は、透過軸が互いに直交している、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 3】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、直線偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されている、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 4】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の出射側端が 1/4 波長板である、請求項 1 1 3 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 5】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項 1 1 3 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 6】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項 1 0 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 7】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項 1 1 6 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 8】 放物面ミラーを備えた放電ランプ、第 1 反射型偏光板、前記シーケンシャルカラーシャッター、第 2 反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、偏光色分離素子、P B S (偏光ビームスプリッター)、第 1 及び第 2 反射型変調素子の順に前記照明装置が構成されている、請求項 1 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 1 9】 前記 P B S の互いに隣接した面に前記第 1 及び第 2 反射型変調素子が配置されている、請求項 1 1 8 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 2 0】 前記第 1 反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されている、請求項 1 1 8 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 2 1】 前記第 2 反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されている、請求項 1 1 8 に記載のプロジェクト装置。

【請求項 1 2 2】 前記第 2 反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第 1 面と近接している、請求項

118に記載のプロジェクト装置。

【請求項123】 前記シーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、これらの分割ブロックの色切替えが、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期している、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項124】 前記シーケンシャルカラーの分割は、前記フライアイインテグレーターの分割単位を対象にされている、請求項123に記載のプロジェクト装置。

【請求項125】 前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり度が2分割ブロック以下であるように設定されている、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項126】 前記各分割ブロックの駆動は、前記フライアイインテグレーターの各分割単位が前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように行われる、請求項124に記載のプロジェクト装置。

【請求項127】 前記第1及び第2反射型偏光板の透過軸が互いに直交している、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項128】 前記第1及び第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆である、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項129】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されている、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項130】 前記シーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板である、請求項129に記載のプロジェクト装置。

【請求項131】 前記シーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されている、請求項129に記載のプロジェクト装置。

【請求項132】 前記第2反射型偏光板と前記偏光色分離素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されている、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項133】 前記光学素子が前記偏光色分離素子と一体化されている、請求項132に記載のプロジェクト装置。

【請求項134】 前記シーケンシャルカラーシャッターにおいて、前記シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項118に記載のプロジェクト装置。

【請求項135】 前記液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に、前記変調素子側に配置されている、請求項134に記載のプロジェクト装置。

【請求項136】 放物面鏡を備える放電ランプの出力開口部の一部に反射板が配置されている、請求項1に記載のプロジェクト装置。

【請求項137】 前記反射板は、前記放電ランプから発する有効光束の出力を妨げない範囲に配置されている、請求項136に記載のプロジェクト装置。

【請求項138】 前記反射板は、反射型偏光板からの反射光を有効に反射できるように、前記放物面鏡の有効径より大きくしてある、請求項136に記載のプロジェクト装置。

【請求項139】 前記反射板はコレステリック液晶からなる円偏光板である、請求項136に記載のプロジェクト装置。

【請求項140】 前記コレステリック液晶の螺旋方向は、前記シーケンシャルカラーシャッターの検光子の反射光を反射するように設定されている、請求項139に記載のプロジェクト装置。

【請求項141】 放物面鏡を備える放電ランプの出力開口部の一部に位相差板が配置されている、請求項1に記載のプロジェクト装置。

【請求項142】 前記位相差板の位相差値は、反射型偏光板からの戻り光が前記放物面鏡にて反射し、再び前記反射型偏光板側に進路を変換する過程にて受ける位相変化を補償する値となっている、請求項141に記載のプロジェクト装置。

【請求項143】 前記戻り光は円偏光である、請求項142に記載のプロジェクト装置。

【請求項144】 前記位相差板は、前記放電ランプの出力開口部の一部に配置された反射板とは別の出力開口部の少なくとも一部に形成されている、請求項141に記載のプロジェクト装置。

【請求項145】 変調素子と、この変調素子を照明する光源及び照明装置と、前記変調素子の光学像を結像する結像手段とを具備するプロジェクト装置の駆動方法において、時分割で色再現を行うためのシーケンシャルカラーシャッターを前記光源と前記結像手段との間に配置し、前記シーケンシャルカラーシャッターの透過光以外の光の少なくとも一部を前記光源側に反射させ、再利用することを特徴とするプロジェクト装置の駆動方法。

【請求項146】 前記シーケンシャルカラーシャッターを位相差板群と液晶素子とで構成する、請求項145に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【請求項147】 前記シーケンシャルカラーシャッターの検光子としての反射型偏光板を前記反射に用いる、請求項146に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【請求項148】 前記検光子を前記光源と概ね光学共役点に配置する、請求項147に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【請求項149】 前記シーケンシャルカラーシャッター

一を走査線方向に複数に分割し、これらの分割ブロックの色切替えを、前記変調素子の行電極群のデータ書換えのタイミングに同期させる、請求項 145 に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【請求項 150】 前記シーケンシャルカラーシャッターの各分割ブロックの光透過率立下りのタイミングを、対応する行電極群先頭行のデータ書換えのタイミングに概ね一致させ、開口時間を下記式 (1) で示されるものとし、隣接する分割ブロックの開口タイミングを t_{off} / N ずらす、請求項 149 に記載のプロジェクト装置

【数 3】

$$t_{\text{cs}} = \frac{1}{mf} - \frac{t_{\text{TFT}}}{N} - t_{\text{LC}} \dots (1)$$

(t_{cs} : 開口時間、

f : フレーム周波数、

m : シーケンシャルカラー数、

t_{TFT} : データ書き換え時間、

N : 分割数、

t_{LC} : カラーシャッターを構成する液晶の立下り応答時間)

【請求項 151】 前記変調素子と前記シーケンシャルカラーシャッターとの位置合わせのマージンを d とし、行電極走査方向の有効範囲を L 、フレーム周波数を f 、シーケンシャルカラー数を m としたとき、シャッターの開口時間を

$$Tt = (d/L) \times (1/mf)$$

だけ短くする、請求項 150 に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【請求項 152】 前記シーケンシャルカラーシャッターの各分割ブロックの光透過率立下りのタイミングを、対応する行電極群先頭行のデータ書換えのタイミングに概ね一致させ、開口時間を下記式 (2) で示されるものとし、隣接する分割ブロックのタイミングを $1/Nf$ ずらす、請求項 149 に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【数 4】

$$t_{\text{cs}} = \frac{1}{mf} - \frac{1}{Nf} - t_{\text{LC}} \dots (2)$$

(t_{cs} : 開口時間、

f : フレーム周波数、

m : シーケンシャルカラー数、

N : 分割数、

t_{LC} : カラーシャッターを構成する液晶の立下り応答時間)

【請求項 153】 前記変調素子と前記シーケンシャルカラーシャッターの位置合わせのマージンを d とし、行電極走査方向の有効範囲を L 、フレーム周波数を f としたとき、シャッターの開口時間を

$$Tt = (d/L) \times (1/f)$$

だけ短くする、請求項 152 に記載のプロジェクト装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、変調素子と、この変調素子を照明する光源及び照明装置と、前記変調素子の光学像を結像する結像手段とを具備するプロジェクト装置、及びその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 <偏光を用いたシーケンシャルカラーシャッターと課題>USP5990996 に、複数の位相差板と液晶セルからなるカラーシャッターの例が示されている。これは、色切り替えに偏光を用いることから、変調素子にも液晶等の偏光を用いる場合に適している。図 51 にその例を示す。

【0003】 図 51 に示された各数値において、2 段目は設計波長、上段は設計波長における各位相差板の位相差が波長単位で示されており、下段は遅相軸方位を示している。また、LCD と中段に記された部位は液晶セルを示している。LCD はベンドセル等を使用し、高速応答を達成する。図中、左から B (青)、G (緑)、R (赤) の 3 つのブロックからなり、位相差板群 20a ~ 20c と 30a ~ 30c で液晶セル 10a ~ 10b をそれぞれを挟む構成となっている。両側には偏光子 40、検光子 50 が平行の方位の設定で配置されている。

【0004】 液晶セルの位相差が 0 の場合、液晶セルを挟んだ両側の対称位置にある位相差板は遅相軸が直交する配置のため、そのブロックは光学的に変化を与えない。よって、液晶セルの位相差が $\lambda/2$ のブロックのみ機能し、そのブロックの設計波長のフィルターとして機能する。図 51 の設計では減法混色となっている。例えば R のフィルターとする場合は、液晶セル 10a 及び 10b を $\lambda/2$ となる電圧に設定し、液晶セル 10c は $\Delta n d$ が 0 となるように電圧を設定する。

【0005】 位相差板、液晶セルのみでは光の吸収はなく、両側の偏光子、検光子があってカラーシャッターとして機能する。よって、シャッター自身は光の吸収による発熱の問題がないことから、プロジェクトとしての信頼性を高められることが特徴の一つである。

【0006】 しかしながら、時分割に色切り替えを行うことによって各時刻においては例えば R、G、B の色切り替えを時分割で行う場合、およそ $1/3$ の光利用効率となる。また、各画素のデータを書換えるための時間、さらには液晶の応答時間、シャッターを閉じている必要がある。

【0007】 図 52 では、 n 本の行電極からなる変調素子を線順次方式、フレーム周波数 f で駆動し、R 単色を表示する場合を示している。先頭の行電極 (ライン 1) から最終行電極 (ライン n) までのデータを線順次で書き換え、ライン n の各画素の液晶が応答した後、シーケンシ

ャルカラーシャッター (CS) を開く。例えば $1/60$ 秒で 1 フレームを構成している場合、3 倍速変換をし、R、G、B のシーケンシャル表示をする。

【0008】例えば 768 ラインのデータを線順次で表示する場合、各ラインを例えば $4\mu s$ で充電すると、 $4 \times 768 = 3ms$ の時間を要する。 $1/180 = 5.6ms$ が一色の表示期間であるため、液晶の応答速度 $1ms$ とするとシャッターの開閉時間は $1.6ms$ となり、 $1.6/5.6 = 29\%$ デューティとなる。結局、変調素子を 3 枚使う場合と比べて、 10% 以下の光利用効率となってしまう。

【0009】また、シャッターが閉じている時間と各色を表示している時間における補色の光は、シャッターを構成する検光子によって光源からの出射光を吸収することとなり、検光子の発熱が問題となる。

【0010】＜偏光分離合成素子＞光源からの偏光を分離し、合成する手段として、WO97/34173 に構成と製造方法が示されている。図 54 のように、無機物質からなる多層膜で構成された偏光分離膜を表面に有する板ガラスと、反射面を有する板ガラスを交互に貼り合わせたガラスブロックを形成し、その貼り合わせ面に対して斜めの切断面に沿ってガラスブロックを切断する。このガラスブロックの光出射面の S 偏光又は P 偏光に対応した部分に入/2 位相差板を貼り付けることにより、S 偏光及び P 偏光のうちいずれか一方の偏光を有する光束として出射する偏光分離装置が得られる。

【0011】図 53 では、P 偏光成分を $\lambda/2$ 板を通して S 偏光に変換している。また、この偏光分離装置を用いることにより、偏光を用いた変調素子を照明する効率が改善する。

【0012】＜反射型偏光板＞一方の偏光を吸収するのではなく、反射する機能を持つ偏光板がある。以後、これを反射型偏光板と称することにする。

【0013】＜複屈折多層膜を使った直線偏光板＞屈折率の異なる 2 種類のポリマーフィルムを多層積層延伸することにより作られる。2 種類のポリマーフィルムの一方の屈折率を一致させ、他方の屈折率を調整することにより一方の偏光軸方位の偏光を透過し、それと直交する方位の偏光を反射させるものである。この技術を使った直線偏光板は 3M 社から商品名 DBEF 又は HMF として実用化されている。

【0014】＜コレステリック液晶を使った円偏光板＞コレステリック液晶の選択反射を使った円偏光板は特開平 6-281814 に示されている。コレステリックのピッチが $100nm$ 以上変化していることにより、選択反射の波長域を可視域全域にすることが可能となる。このようなコレステリック円偏光板を使うことにより、波長依存性のない円偏光板が可能となる。また、図 55 のような照明光源への実施例が示されている。

【0015】コレステリック液晶を使った円偏光板とそ

れを使った偏光分離合成装置の例は、特許 2509372 に示されている。これは円偏光の特性をうまく利用している。円偏光の場合、一回の反射により位相が 180° 変化することにより、右回り円偏光は左回り円偏光、左回り円偏光は右回り円偏光へと変化する。ミラーを組み合わせることで偏光分離合成装置が可能となる。上記の直線偏光を使った偏光分離合成装置の場合には $1/2$ 波長板を必要としたが、円偏光の場合は必要としない。

【0016】図 56 には、球形凹面ミラーのほぼ中央に光源が配置され、反対側にコレステリック液晶層が配置されている。光源と液晶層の間には平面、凸面レンズが配置されている。光源からの非偏光は直接またはミラーで反射された後、液晶層に入る。矢印と - 符号で示した左円偏光成分は液晶層を透過するが、矢印と + 符号で示した右円偏光成分は液晶層で反射されてミラーに達する。そこで反射される際に左円偏光になり、したがって液晶層を透過する。

【0017】＜コレステリック液晶を使った円偏光板の問題点＞特開平 6-281814 に示されている円偏光板においては、波長依存性がないものの、偏光分離特性は十分とは言えなかった。そのため、表示装置として必要なコントラストを得るために、吸収型の偏光板と併用することが必要であった。このことは光利用効率の低下につながる。

【0018】＜コレステリック液晶円偏光板を使った従来の偏光分離装置の問題点＞WO97/34173 (図 53)、特許 2509372 (図 56)、特開平 6-281814 (図 55) においては、実際の放電ランプリフレクター形状において、また、変調素子に照明する場合において、必ずしも効果を得るものではなかった。

【0019】実際の放電ランプの形状は放物面形状、楕円面となっているが、コレステリック偏光分離素子によって光源側に反射した主な光は、図 57 のように誘電体ミラー面の反射を 2 回受けることから、一回の反射で位相変化が理想的に 180° として、2 回反射すると位相が変化しないこととなる。また、P 偏光、S 偏光の反射率の差、及びバルブのガラスを通過することによる位相変化および散乱があり、偏光変換の効果は少ない。

【0020】また、図 58 に示すように、例えば楕円ミラーを使った場合において、図に示すような無意味な位置にコレステリック反射面がある場合、反射光は発光点に戻らずに、電極にて吸収されたり、ミラーにより反射後の角度分布を広げることとなる。角度分布が広がることは、光源の *E t e n d u e* (出射面積と出射光立体角との積) を大きくすることとなり、照明効率を低下させる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明の目的は、上記した従来の問題点を解消し、シーケンシャルカ

ラーシャッター（CS）を用いて時分割で色再現を行う場合の光利用効率を向上させることにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明は、変調素子と、この変調素子を照明する光源及び照明装置と、前記変調素子の光学像を結像する結像手段とを具備するプロジェクター装置において、時分割で色再現を行うためのシーケンシャルカラーシャッターが前記光源と前記結像手段との間に配置され、かつ、前記シーケンシャルカラーシャッターの透過光以外の光の少なくとも一部を再利用すべく前記光源側に反射する反射手段が設けられていることを特徴とするプロジェクター装置、及びその反射光を利用する駆動方法に係るものである。

【0023】本発明によれば、前記シーケンシャルカラーシャッターの透過光（例えばR光）以外の光の少なくとも一部（例えば、G光、B光）を前記光源側に反射する反射型偏光板などの反射手段が光路中に設けられているので、この反射手段による反射光を再び光源側で反射して、偏光光として戻し、これを有効利用でき、これによって光利用効率を大きく向上させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明のプロジェクター装置及びその駆動方法においては、以下の構成をなすのが望ましい。

【0025】（１）．変調素子と、それを照明する光源及び照明装置と、変調素子の像を結像する投射レンズとを備えたプロジェクター装置において、光源と投射レンズの間に、時分割で色再現をするためのシーケンシャルカラーシャッターを備え、該シーケンシャルカラーシャッターの透過光以外の少なくとも一部を光源側に反射する機能を備えていること。

【0026】（２）．前記シーケンシャルカラーシャッターは位相差板群と液晶素子からなること。

【0027】（３）．（２）に記載のシーケンシャルカラーシャッター検光子が反射型偏光板であること。

【0028】（４）．（３）に記載のシーケンシャルカラーシャッターの検光子の位置が前記光源と概ね共役点に配置してあること。

【0029】（５）．（１）に記載の照明装置は、前記シーケンシャルカラーシャッターの入射面においてテレセントリックとなるように設計されていること。

【0030】（６）．（１）に記載のシーケンシャルカラーシャッターが走査線方向に複数に分割され、該分割ブロックの色切替えが前記変調素子の対応する行電極群のデータ書換えのタイミングに同期していること。

【0031】（７）．（６）に記載のシーケンシャルカラーシャッターの各分割ブロックの光透過率立下りのタイミングが対応する行電極群先頭行のデータ書換えのタイミングに概ね一致し、開口時間が下記式（１）で示され、隣接する分割ブロックの開口タイミングが $t_{\text{FT}} /$

Nずれていること。

【数５】

$$t_{\text{cs}} = \frac{1}{mf} - \frac{t_{\text{TFT}}}{N} - t_{\text{LC}} \dots (1)$$

（ t_{cs} ：開口時間、

f ：フレーム周波数、

m ：シーケンシャルカラー数、

t_{TFT} ：データ書換え時間、

N ：分割数、

t_{LC} ：カラーシャッターを構成する液晶の立下り応答時間）

【0032】（８）．（７）に記載のシーケンシャルカラー数はR、G、B 3原色であること。

【0033】（９）．（６）に記載のシーケンシャルカラーシャッターの各分割ブロックの光透過率立下りのタイミングが、対応する行電極群先頭行のデータ書換えのタイミングに概ね一致し、開口時間が下記式（２）で示され、隣接する分割ブロックのタイミングが $1/Nf$ ずれていること。

【数６】

$$t_{\text{cs}} = \frac{1}{mf} - \frac{1}{Nf} - t_{\text{LC}} \dots (2)$$

t_{cs} ：開口時間、

f ：フレーム周波数、

m ：シーケンシャルカラー数、

N ：分割数、

t_{LC} ：カラーシャッターを構成する液晶の立下り応答時間

【0034】（１０）．（９）に記載の変調素子は、色1から色 m までのシーケンシャルカラーをこの順に、 $k1$ から km までのホールド時間比に設定して表示すること。

【0035】（１１）．（１０）に記載のホールド時間比は、前記光源及び前記変調素子の分光透過率を考慮して所定のホワイト色度点となるように決められていること。

【0036】（１２）．（１０）に記載の変調素子は色1を1行目から、 $km \times N + 1$ 行目から色 m を、 $(km + k(m-1)) \times N + 1$ 行目から色 $m-1$ を、以下同様に $(km + k(m-1) + \dots + k2) \times N + 1$ 行目から色2を表示するように行電極を飛び越し選択、次には2行目、 $(km + k(m-1)) \times N + 2$ 行目、 \dots 、 $(km + k(m-1) + \dots + k2) \times N + 2$ 行目の順に選択、以下同様に1フレーム時間を使って各色の1フレームデータを表示すること（ここで、 $k1 + k2 + \dots + km = 1$ ）。

【0037】（１３）．（９）に記載のシーケンシャルカラー数はR、G、B 3原色であること。

【0038】（１４）．（７）に記載の変調素子と前記シーケンシャルカラーシャッターの位置合わせのマージ

ンを d とし、行電極走査方向の有効範囲を L 、フレーム周波数を f 、シーケンシャルカラー数を m としたとき、シャッターの開口時間を T と短くしたとき $[T \cdot t = (d/L) \times (1/mf)]$ 。

【0039】(15)。(9)に記載の変調素子と前記シーケンシャルカラーシャッターの位置合わせのマーヅンを d とし、行電極走査方向の有効範囲を L 、フレーム周波数を f としたとき、シャッターの開口時間を T と短くしたとき $[T \cdot t = (d/L) \times (1/f)]$ 。

【0040】(16)。(1)に記載の変調素子の応答特性は、透過率時間変化の立下りが立ち上がりより短い時間であること。

【0041】(17)。(16)に記載の変調素子は、電圧印加時、黒表示するいわゆるノーマリーホワイトであること。

【0042】(18)。(2)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの応答特性は、透過率時間変化の立下りが立ち上がりより短い時間であること。

【0043】(19)。(18)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、電圧印加時、黒表示するいわゆるノーマリーオープンであること。

【0044】(20)。(3)に記載の反射型偏光板が屈折率異方性を持つ材料からなる層の多層膜からなること。

【0045】(21)。(3)に記載の反射型偏光板がコレステリック液晶からなる円偏光板であること。

【0046】(22)。(3)に記載の反射型偏光板と一体化した光学部品の少なくとも片側の表面に、反射防止膜が形成してあること。

【0047】(23)。(前記変調素子の $E \cdot t \cdot \sin \theta$ (表示面積 \times 照明立体角) は前記光源の $E \cdot t \cdot \sin \theta$ (出射面積 \times 出射光立体角) と比べて $1/5$ 以上であること。

【0048】(24)。(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、フライアイインテグレーター、PS変換素子、コンデンサーレンズ、シーケンシャルカラーシャッター、反射型偏光板、変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0049】(25)。(24)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが前記反射型偏光板と光学的に一体化されていること。

【0050】(26)。(25)に記載の反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターと光学共役点に概ね配置してあること。

【0051】(27)。(24)に記載の反射型偏光板が変調素子と近接した位置に配置してあること。

【0052】(28)。(24)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0053】(29)。(28)において前記変調素子

の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0054】(30)。(24)に記載の反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0055】(31)。(30)に記載の反射型偏光板の透過軸は、前記PS変換素子の出射偏光軸と直交していること。

【0056】(32)。(24)に記載の反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0057】(33)。(32)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、直線偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0058】(34)。(33)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の出射側端が $1/4$ 波長板であること。

【0059】(35)。(32)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0060】(36)。(32)に記載の反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されていること。

【0061】(37)。(36)に記載の光学素子は $1/4$ 波長板であること。

【0062】(38)。(24)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0063】(39)。(38)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0064】(40)。(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、透過型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0065】(41)。(40)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されていること。

【0066】(42)。(40)に記載の第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第1面と光学共役点に概ね配置してあること。

【0067】(43)。(40)に記載の第2反射型偏光板が変調素子と近接した位置に配置してあること。

【0068】(44)。(40)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0069】(45)。(44)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシ

ャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0070】(46)。(40)に記載の第1反射型偏光板は前記フライアイインテグレーターと光学的に一体化されていること。

【0071】(47)。(46)に記載のフライアイインテグレーターの第1面の空気界面に反射防止膜が形成されていること。

【0072】(48)。(40)に記載の第2反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0073】(49)。(40)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0074】(50)。(48)及び(49)に記載の第1、第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交していること。

【0075】(51)。(40)に記載の第2反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0076】(52)。(40)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0077】(53)。(51)及び(52)に記載の第1、第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆であること。

【0078】(54)。(53)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0079】(55)。(54)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板であること。

【0080】(56)。(54)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0081】(57)。(51)に記載の第2反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されていること。

【0082】(58)。(57)に記載の光学素子は1/4波長板であること。

【0083】(59)。(40)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0084】(60)。(59)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0085】(61)。(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、第1反射型偏光板、シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、透過型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0086】(62)。(61)に記載のシーケンシャル

ルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されていること。

【0087】(63)。(61)に記載の第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第1面と光学共役点に概ね配置してあること。

【0088】(64)。(61)に記載の第2反射型偏光板が前記変調素子と近接した位置に配置してあること。

【0089】(65)。(61)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0090】(66)。(65)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲が、前記シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0091】(67)。(61)に記載の第1反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されていること。

【0092】(68)。(67)に記載の第1反射型偏光板の空気界面に反射防止膜が形成されていること。

【0093】(69)。(61)に記載の第2反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0094】(70)。(61)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0095】(71)。(69)及び(70)に記載の第1、第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交していること。

【0096】(72)。(61)に記載の第2反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0097】(73)。(61)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0098】(74)。(72)及び(73)に記載の第1、第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆であること。

【0099】(75)。(74)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0100】(76)。(75)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板であること。

【0101】(77)。(75)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0102】(78)。(61)に記載の第2反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されていること。

【0103】(79)。(78)に記載の光学素子は1/4波長板であること。

【0104】(80)。(61)に記載のシーケンシャル

ルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0105】(81)。(80)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0106】(82)。(1)において、楕円ミラーを備えた放電ランプ、第1コンデンサーレンズ、ロッドインテグレーター、第1反射型偏光板、第2コンデンサーレンズ、シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、透過型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0107】(83)。(82)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されていること。

【0108】(84)。(82)に記載の第2反射型偏光板が前記ロッドインテグレーターの出射面と光学共役点に概ね配置してあること。

【0109】(85)。(82)に記載のコンデンサーレンズは、前記ロッドインテグレーターの入射面、出射面、前記シーケンシャルカラーシャッターの入射面においてテレセントリックとなるように設計されていること。

【0110】(86)。(82)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0111】(87)。(86)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0112】(88)。(82)に記載の第1反射型偏光板は前記ロッドインテグレーターの出射面と光学的に一体化されていること。

【0113】(89)。(88)に記載のロッドインテグレーターの空気界面に反射防止膜が形成されていること。

【0114】(90)。(82)に記載の第2反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0115】(91)。(82)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0116】(92)。(90)及び(91)に記載の第1、第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交していること。

【0117】(93)。(82)に記載の第2反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0118】(94)。(82)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0119】(95)。(93)及び(94)に記載の第1、第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆であること。

【0120】(96)。(95)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0121】(97)。(96)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板であること。

【0122】(98)。(96)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0123】(99)。(82)に記載の反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されていること。

【0124】(100)。(99)に記載の光学素子は1/4波長板であること。

【0125】(101)。(82)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0126】(102)。(101)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0127】(103)。(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、透過型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0128】(104)。(103)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されていること。

【0129】(105)。(103)に記載の第1反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されていること。

【0130】(106)。(103)に記載の第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第1面と近接した位置に配置してあること。

【0131】(107)。(103)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが6に記載の条件を満たすこと。

【0132】(108)。(107)において、前記シーケンシャルカラーの分割は、前記フライアイインテグレーターの分割単位を対象にされていること。

【0133】(109)。(108)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0134】(110)。(108)に記載されている各分割ブロックの駆動は、前記フライアイインテグレーターの各分割単位が前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように駆動すること。

【0135】(111)．(103)に記載の第2反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0136】(112)．(103)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0137】(113)．(111)及び(112)に記載の第1、第2反射型偏光板は、透過軸が互いに直交していること。

【0138】(114)．(103)に記載の第2反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0139】(115)．(103)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0140】(116)．(114)及び(115)に記載の第1、第2反射型偏光板は、コレストリック液晶の螺旋方向が互いに逆であること。

【0141】(117)．(116)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0142】(118)．(117)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板であること。

【0143】(119)．(117)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレストリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0144】(120)．(103)に記載の反射型偏光板と前記変調素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されていること。

【0145】(121)．(120)に記載の光学素子は1/4波長板であること。

【0146】(122)．(103)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0147】(123)．(122)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0148】(124)．(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、シーケンシャルカラーシャッター、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、PBS(偏光ビームスプリッター)、反射型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0149】(125)．(124)に記載のPBSの、前記反射型変調素子に対する隣接面に反射板が配置されていること。

【0150】(126)．(124)に記載の第1反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されていること。

【0151】(127)．(124)に記載の反射板が前記フライアイインテグレーターの第1面と概ね共役点

で、前記変調素子の位置と光路長が概ね等しい位置に配置してあること。

【0152】(128)．(124)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0153】(129)．(128)において、前記シーケンシャルカラーの分割は、前記フライアイインテグレーターの分割単位を対象にされていること。

【0154】(130)．(129)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0155】(131)．(129)に記載されている各分割ブロックの駆動は、前記フライアイインテグレーターの各分割単位が前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように駆動すること。

【0156】(132)．(124)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0157】(133)．(132)に記載の第1反射型偏光板の透過軸が前記反射板の反射光偏光軸と互いに直交していること。

【0158】(134)．(124)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0159】(135)．(134)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、直線偏光を出射するように設計されていること。

【0160】(136)．(135)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側端が1/4波長板であること。

【0161】(137)．(136)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射直線偏光は、前記PBSを所定の色が変調素子側に透過もしくは反射するように設定されていること。

【0162】(138)．(124)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0163】(139)．(138)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0164】(140)．(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、シーケンシャルカラーシャッター、コンデンサーレンズ、PBS(偏光ビームスプリッター)、反射型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0165】(141)．(140)に記載のPBSの、前記反射型変調素子に対する隣接面に反射板が配置されていること。

【0166】(142)．(140)に記載の第1反射

型偏光板は前記フライアイインテグレーターと光学的に一体化されていること。

【0167】(143)。(140)に記載の反射板が前記シーケンシャルカラーシャッターと概ね共役点で、前記変調素子の位置と光路長が概ね等しい位置に配置してあること。

【0168】(144)。(140)に記載のフライアイインテグレーターの第1面が前記シーケンシャルカラーシャッターと概ね光学共役点に配置してあること。

【0169】(145)。(140)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが6に記載の条件を満たすこと。

【0170】(146)。(145)において前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0171】(147)。(145)に記載されている各分割ブロックの駆動は、前記シーケンシャルカラーシャッターが前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように駆動すること。

【0172】(148)。(140)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0173】(149)。(148)に記載の第1反射型偏光板の透過軸が前記反射板の反射光偏光軸と互いに直交していること。

【0174】(150)。(140)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0175】(151)。(150)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、直線偏光を出射するように設計されていること。

【0176】(152)。(151)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側端が1/4波長板であること。

【0177】(153)。(152)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射直線偏光は、前記PBSを所定の色が変調素子側に透過もしくは反射するように設定されていること。

【0178】(154)。(140)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルが変調素子と光学的共役点に近く配置してあること。

【0179】(155)。(154)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子と共役点に近く配置してあること。

【0180】(156)。(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、透過型変調素子、シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板の順に照明装置が構成されていること。

【0181】(157)。(156)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが前記第2反射型偏光板と光学的に一体化されていること。

【0182】(158)。(156)に記載の第1反射型偏光板は前記フライアイインテグレーターと光学的に一体化されていること。

【0183】(159)。(156)に記載の第2反射型偏光板は前記フライアイインテグレーターの第1面と概ね共役点に配置してあること。

【0184】(160)。(156)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0185】(161)。(160)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0186】(162)。(156)に記載の第2反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0187】(163)。(162)に記載の第2反射型偏光板と前記変調素子の検光子は、透過軸が互いに直交していること。

【0188】(164)。(156)に記載の第2反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0189】(165)。(164)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、直線偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0190】(166)。(165)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の出射側端が1/4波長板であること。

【0191】(167)。(165)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0192】(168)。(156)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0193】(169)。(168)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0194】(170)。(1)において、放物面ミラーを備えた放電ランプ、第1反射型偏光板、シーケンシャルカラーシャッター、第2反射型偏光板、フライアイインテグレーター、コンデンサーレンズ、偏光色分離素子、PBS(偏光ビームスプリッター)、第1、第2反射型変調素子の順に照明装置が構成されていること。

【0195】(171)。(170)に記載のPBSの互いに隣接した面に前記第1及び第2反射型変調素子が配置されていること。

50 【0196】(172)。(170)に記載の第1反射

型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されていること。

【0197】(173)．(170)に記載の第2反射型偏光板は前記シーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化されていること。

【0198】(174)．(170)に記載の第2反射型偏光板が前記フライアイインテグレーターの第1面と近接してあること。

【0199】(175)．(170)に記載のシーケンシャルカラーシャッターが(6)に記載の条件を満たすこと。

【0200】(176)．(175)において、前記シーケンシャルカラーシャッターの分割は、前記フライアイインテグレーターの分割単位を対象にされていること。

【0201】(177)．(176)において、前記変調素子の1画素に照明する照明光の角度範囲は、シーケンシャルカラーシャッター位置での広がり最大2分割ブロック以下であるように設定されていること。

【0202】(178)．(176)に記載されている各分割ブロックの駆動は、前記フライアイインテグレーターの各分割単位が前記変調素子に結像された場合に対応する該変調素子位置と同期するように駆動すること。

【0203】(179)．(170)に記載の第2反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0204】(180)．(170)に記載の第1反射型偏光板は(20)に記載の条件を満たすこと。

【0205】(181)．(179)．(180)に記載の第1及び第2反射型偏光板の透過軸が互いに直交していること。

【0206】(182)．(170)に記載の第2反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0207】(183)．(170)に記載の第1反射型偏光板は(21)に記載の条件を満たすこと。

【0208】(184)．(182)及び(183)に記載の第1、第2反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋方向が互いに逆であること。

【0209】(185)．(183)におけるシーケンシャルカラーシャッターは、円偏光を入射し、円偏光を出射するように設計されていること。

【0210】(186)．(185)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、位相差板群の入射側及び出射側端が1/4波長板であること。

【0211】(187)．(185)に記載のシーケンシャルカラーシャッターの出射円偏光は、コレステリック液晶円偏光板を所定の色が透過するように設定されていること。

【0212】(188)．(170)に記載の反射型偏光板と前記偏光色分離素子との間に、円偏光を直線偏光に変換する光学素子が配置されていること。

【0213】(189)．(188)に記載の光学素子は1/4波長板であること。

【0214】(190)．(189)で1/4波長板は前記偏光色分離素子と一体化されていること。

【0215】(191)．(170)に記載のシーケンシャルカラーシャッターは、該シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルの中で応答速度の遅い液晶セルから順に変調素子側に配置してあること。

【0216】(192)．(191)に記載する液晶セルは、波長の長い色の開閉を受け持つものから順に変調素子側に配置してあること。

【0217】(193)．(1)において、放物面鏡を備える放電ランプの出力開口部の一部に反射板が配置されていること。

【0218】(194)．(193)に記載の反射板は、放電ランプから発する有効光束の出力を妨げない範囲に配置されていること。

【0219】(195)．(193)に記載の反射板は、前記反射偏光板側からの反射光を有効に反射できるように前記放物面鏡の有効径より大きくしてあること。

【0220】(196)．(193)に記載の反射板は、前記放物面鏡の保護ガラス表面に形成されていること。

【0221】(197)．(193)に記載の反射板は、前記放物面鏡の保護ガラスとは別体の透明基板に形成されていること。

【0222】(198)．(193)に記載の反射板はコレステリック液晶からなる円偏光板であること。

【0223】(199)．(198)に記載のコレステリック液晶の螺旋方向は、前記シーケンシャルカラーシャッターの検光子の反射光を反射するように設定されていること。

【0224】(200)．(1)において、放物面鏡を備える放電ランプの出力開口部の一部に位相差板が配置してあること。

【0225】(201)．(200)に記載の位相差板は前記放物面鏡の保護ガラス表面に形成されていること。

【0226】(202)．(200)に記載の位相差板は、前記放物面鏡の保護ガラスとは別体の透明基板に形成されていること。

【0227】(203)．(200)に記載の位相差板の位相差値は、前記反射型偏光板からの戻り光が前記放物面鏡にて反射し、再び該反射型偏光板側に進路を変換する過程にて受ける位相変化を補償する値となっていること。

【0228】(204)．(203)に記載の位相差板は1/2波長板であること。

【0229】(205)．(203)に記載の戻り光は円偏光であること。

【0230】(206)、(200)に記載の位相差板は(194)に示される反射板以外の開口部の半面に形成されていること。

【0231】好ましい実施の形態

次に、本発明の好ましい実施の形態を説明する。

【0232】本実施の形態は、液晶等の偏光を変調に用いた投射装置の照明装置構造において、反射型偏光板を用いたシーケンシャルカラーシャッター、及び反射光の再利用のための構造と駆動法に関するものである。

【0233】＜一般的照明装置の概要＞まず、一般的照明装置のブロック図を図1(A)に示す。これは、光源、インテグレーター、偏光変換素子、コンデンサーレンズからなる。

【0234】インテグレーターの機能は、光源から出射した光束のムラを平均化することである。偏光変換素子の機能は、先述した通りである。コンデンサーレンズの機能は、インテグレーターから出射した光を変調素子に効率よく照明することである。つまり、インテグレーターの像を変調素子に結像することになる。

【0235】＜反射光の再利用効率を上げる照明装置の概要＞これは、図1(B)に示すように、本発明に基づいて、光源、インテグレーター、コンデンサーレンズ、偏光子、シーケンシャルカラーシャッター、反射型検光子からなる。

【0236】ところで、光学の基本概念として、共役点がある。つまり、互いに物点と像点の関係にある点のことである。この条件にある位置に反射型偏光板(例えば反射型検光子)を置く。この場合、反射した光は反射型偏光板と共役の関係にある点に戻る。その結果、光源の発光点に戻ることになる。具体的にこの条件を満たす位置は、変調素子に近接する光源側の位置、もしくは、インテグレーターに近接する光源側の位置となる。さらには、インテグレーター像をシーケンシャルカラーシャッターの検光子に結像し、それを変調素子に結像するように、それぞれが概ね共役点となるように照明系を設計してもよい。

【0237】＜光利用効率を向上するシーケンシャルカラーシャッター構造＞シーケンシャルカラーシャッターの光利用効率を向上するための必要条件を以下に示す。まず、シーケンシャルカラーシャッターの検光子に反射型偏光板を用いる。反射型偏光板を上記の位置に設置することにより、表示色以外の光及びシャッターが閉じている時間における光は反射型偏光板(検光子)で反射し、光源に戻る。光源に戻った光は再びシーケンシャルカラーシャッターを通過し、反射型偏光板の検光子に達する。

【0238】ここで、偏光が保存されていれば、再利用されずに再び反射型偏光板にて反射してしまう。リサイクルの過程で偏光が変化した場合においても、変化分は偏光子で吸収もしくは反射するため、結局リサイクル効

果はない。そこで第2の条件が必要となる。

【0239】つまり、カラーシャッターが図8で詳述するように複数に分割され、それぞれが少なくともある時刻において違う色(黒を含む)を表示していることである。表示色以外の光は反射型偏光板(検光子)にて反射する。光源にて反射したリサイクル光は偏光が維持されていれば、再びカラーシャッターに達する。ここで反射光は必ずしも反射した位置に戻ることはなく、一部は違う表示色の位置を透過する。その位置における表示色の光は検光子を通過するように偏光を変化させるため、リサイクルが可能となる。偏光が維持されなくとも、反射リサイクル光の少なくとも一部は反射型偏光板を透過し、光利用効率を向上させることができる。

【0240】＜P S変換素子の有無とリサイクル効果＞P S変換素子の機能は、光源からの自然光をP偏光もしくはS偏光に揃えることにある。逆の光路をたどった場合、自然光にもどることになる。例えばP偏光に揃える機能を持つ場合に、図2のように、反射型偏光板140で反射したP偏光はシーケンシャルカラーシャッター130を経て理想的には全てP S変換素子120を通過し、光源100に戻る。その場合、半分はS偏光に変換されるため、P S変換素子120を通過し、光源に戻った状態においては自然光と見なせる。光源100を構成するリフレクターにおける反射によって偏光状態は変化するが、再びP S変換素子120を通過した後は、全てP偏光に揃っているため、リサイクルの効率を考える上で偏光状態の変化を気にする必要はない。

【0241】P S変換素子がない場合、偏光のまま光源のリフレクターに達するため、リフレクターでの反射による偏光状態の変化はリサイクル効率に影響する。P S変換素子の代わりに反射型偏光板を偏光子にも使うこととし、理解を簡単にするために図3に示す構成を考えてみる。つまり、光源100、P偏光を透過しかつS偏光を反射する偏光子120A、ある時刻においてR、G、Bそれぞれ1/3の範囲を表示しているカラーシャッター130、S偏光を透過しかつP偏光を反射する検光子140からなる構成である。

【0242】自然光が光源100から偏光子120Aに達し、P偏光を透過、S偏光を反射する。カラーシャッター130で位置、色により偏光軸が変化し、Rを表示する範囲130aに対応する検光子140にてRのS偏光(以後R(S)と表記)が透過、G(P)、B(P)は反射する。同様に、Gを表示する範囲130bに対応する検光子140でG(S)透過、R(P)、B(P)反射、Bを表示する範囲130cの検光子140でB(S)透過、R(P)、G(P)反射となる。

【0243】リサイクルを考えない場合、検光子140を通過するのは1/3(R(S)+G(S)+B(S))となり、反射するのは2/3(R(P)+G(P)+B(P))となる。偏光子120Aで反射する

のは $(R(S) + G(S) + B(S))$ となる。検光子 140 で反射し、光源 100 に戻り、再び偏光子 120 A に達するリサイクルの過程で偏光が維持していると仮定すると、偏光子 120 A で反射した $(R(S) + G(S) + B(S))$ は光源 100 で反射して偏光子 120 A に達した時、再び偏光子 120 A で反射して光源 100 側に戻ってしまい、リサイクルできない。

【0244】一方、検光子 140 で反射した $2/3 (R(P) + G(P) + B(P))$ についてはリサイクルの可能性はある。逆に光源 100 に戻り、再び偏光子 120 A に達するリサイクルの過程で、P 偏光は S 偏光に、S 偏光は P 偏光に変換したとすると、偏光子 120 A で $R(S) + G(S) + B(S)$ はリサイクルされることになるが、検光子 140 で $2/3 (R(P) + G(P) + B(P))$ はリサイクルされないことになる。

【0245】総合的にリサイクル効率を考えた場合、リサイクルの過程で偏光が維持される場合は、効率が 3 倍となる可能性があり、P、S が逆となる場合には、効率が 2 倍となる可能性があることになる。実際のシャッターでは、シャッターが閉じている時間が必要なため、その場合には各色の開口率が $1/3$ 以下となり、その場合には前者では効率が 3 倍以上となる可能性もあるため、リサイクルの過程で偏光は維持していることが光利用効率の点で望ましいことになる。しかし、偏光子での反射光と検光子での反射光はその配置によっては必ずしも同じ経路ではないため、光源の構成によっては、偏光子の反射によるリサイクルと検光子の反射によるリサイクルの両立もあり得る。

【0246】実際のリフレクターは、一般的には放物面ミラーが用いられるが、直線偏光を入射する場合には偏光方位は維持されない。円偏光を用いる場合にはその問題がなくなる。円偏光の場合、反射による位相変化が問題となるが、リサイクルの過程で放物面ミラーの反射を 2 回受ける。理想的な反射特性として、1 回の反射で位相が 180° 変化すると仮定すると、2 回の反射で位相は 360° 変化となり、位相状態は維持されることとなる。実際の誘電体ミラーでは必ずしも位相状態は維持されない。また、実際の設計においては、次に述べる照明装置の制限により効率は制限される。

【0247】＜リサイクル効率と照明装置＞リサイクル効率は、光路中にある部材の吸収により低下する。また、光学部品の各表面による反射は、共役点にある場合を除いて同じ経路をたどらないため、これも効率を低下する要因となる。さらには、光学系の収差により、光源側の E_{tendue} は増加し、照明効率は低下する。

【0248】効率低下を抑えるためには、

- ・光源と反射型偏光板の光路にある光学部品は、可視域において吸収の少ない材料で構成する。
- ・光源と反射型偏光板の光路にある光学部品は、可視域において表面反射の少ない部品で構成する。

・収差による光源側 E_{tendue} の増加を許容できるように、変調素子の E_{tendue} を大きくする。

【0249】特に変調素子の E_{tendue} の設定はリサイクル効率に大きく影響する。 E_{tendue} は面積と立体角の積であり、光学系を通してこの値は理想的には保存される。しかし、光源として、一般的にメタルハライドランプ、超高圧水銀ランプ、Xe ランプ等の放電ランプが用いられるが、放電ランプを形成するガラスバルブを光線が通過するときのガラス表面反射、収差により角度分布が大きくなり、 E_{tendue} は大きくなる。リサイクルの過程での E_{tendue} の増大を考慮しないで、照明装置を設計すると、変調素子の位置において、リサイクル光は変調素子より大きい範囲に照明されるか、角度分布が大きくなり、取り込まれる光束が低減する。

【0250】＜コレステリック液晶を使った反射型円偏光板の特性改善＞コレステリック液晶を使った円偏光板の分光透過率を図 4 及び図 5 に示す。偏光板としての消光比（右円偏光、左円偏光の透過率の比）が十分ではない。これをそのまま、シーケンシャルカラーシャッターの偏光子、検光子に用いると、色分離特性、リサイクル効率が十分ではない。消光比を低下させている原因は表面反射に起因しており、構成している部品のエアーとの界面に反射防止膜を付加することにより、消光比が飛躍的に改善することを見出した。図 6 及び図 7 に、反射防止膜を付加した場合の分光透過率特性を示すが、図 4 及び図 5 に比べて消光比（分光透過率）が大きく向上することが分る。

【0251】＜シーケンシャルカラーシャッターの分割＞図 8 (A) には、本発明に基づいて、シーケンシャルカラーシャッター (CS) 130 を垂直走査方向 V において所定数分割した例が示されている。この分割は、図 8 (B) のように、CS 130 を構成する各色フィルタの透明な駆動電極 101 を所定パターンに分割することによって実現できる。なお、図中の 102 は透明な対向電極、103、104 は透明基板、105 は液晶であり、液晶配向膜は図示省略している。

【0252】＜分割駆動法 1＞（シーケンシャルカラーシャッターの開口時間を長くするため）このように、シーケンシャルカラーシャッターが複数の分割部分からなり、それぞれが変調素子のデータ書換えのタイミングに合わせた表示色の切り替えを行う。

【0253】図 9 は、n 本の行電極からなる表示素子（液晶変調素子）に対してシーケンシャルカラーシャッターを N 分割した場合のタイミングチャートと、変調素子、シーケンシャルカラーシャッターの R を表示する場合の透過率時間変化（前者は輝度情報、後者は色情報：以下、同様）を示している。N 分割することにより、全行電極を書換える時間 t_{TF1} を N 分割した時間が一つのシーケンシャルカラーシャッターブロックに割り当てら

れる。

【0254】図9では、先頭の行電極（ライン1）からN分割した最終行電極（ラインn/N）までを、先頭のシーケンシャルカラーシャッターブロック（CS1）が割り当てられる。同様に、ラインn/N+1からライン2n/NまでがCS2に割り当てられ、以下、CSNまで個々のブロックの点滅タイミングを t_{TFT}/N ずらすことにより、データの書換えのためにシャッターを閉じていた時間が低減でき、シャッター開口時間を増やすことができる。即ち、液晶の応答時間も考慮したシャッター開口時間は次式で示すことができる。

【0255】

【数7】

$$t_{cs} = \frac{1}{mf} - \frac{t_{TFT}}{N} - t_{LC} \dots (1)$$

t_{cs} : 開口時間、

f : フレーム周波数、

m : シーケンシャルカラー数、

t_{TFT} : データ書き換え時間、

N : 分割数、

t_{LC} : 液晶立下り応答時間（隣接する色の液晶立下り応答時間：以下、同様）

【0256】例えば、フレーム周波数 $f=60\text{Hz}$ 、データ書き換え時間 $t_{TFT}=3\text{ms}$ 、液晶応答速度 $t_{LC}=1\text{ms}$ を要する場合において、3色のシーケンシャルカラー表示をする場合、シャッターの開口時間は、分割しない場合に1.6ms（デューティ29%）となってしまうが、シャッターを10分割した場合、4.3ms（デューティ77%）まで改善できる。

【0257】次に、先に述べたリサイクル効果について述べる。図9中のAの範囲の時間は、シャッター全体が1色の表示となり、リサイクル効果はないが、同図中のBの範囲の時間においては、シャッターが2色とブラックの表示となり、リサイクル効果が現れる。

【0258】＜分割駆動法2＞

（シーケンシャルカラーシャッターの開口時間を長くし、リサイクル効果を大きくするため）リサイクル効果を大きくするためには、各時刻においてR、G、B3色が表示されていることが望ましい。これにより、各時刻においてRを表示している範囲に、対応する検光子でB、Gが光源側に反射し、光源から再びシーケンシャルカラーシャッターに到達した光は、1/3がBのシャッターを、1/3がGのシャッターを通過する。B、Gを表示している範囲においても同様である。

【0259】上記駆動法1と同様、シャッターを複数に分割しているが、各分割ブロックの色切り替えのタイミングが駆動法1と違う点である。図10では、駆動法1と同様、n本の行電極からなる表示素子に対してシーケンシャルカラーシャッターをN分割した場合のタイミングチャートと、変調素子、シーケンシャルカラーシャッ

ターのRを表示する場合の透過率時間変化を示している。N分割することにより、1フレーム時間 $1/f$ をN分割した時間が一つのシーケンシャルカラーシャッターブロックに割り当てられる。

【0260】図10では、先頭の行電極（ライン1）からN分割した最終行電極（ラインn/N）までを、先頭のシーケンシャルカラーシャッターブロック（CS1）が割り当てられる。同様に、ラインn/N+1からライン2n/NまでがCS2に割り当てられ、以下、CSNまで個々のブロックの点滅タイミングを $1/Nf$ ずらす。液晶の応答時間も考慮したシャッター開口時間は次式で示すことができる。

【0261】

【数8】

$$t_{cs} = \frac{1}{mf} - \frac{1}{Nf} - t_{LC} \dots (2)$$

t_{cs} : 開口時間、

f : フレーム周波数、

m : シーケンシャルカラー数、

20 N : 分割数、

t_{LC} : 液晶立下り応答時間

【0262】駆動法1と比べ、シャッター分割数を多くすることにより、同様な開口時間を得ることができる。例えばフレーム周波数 $f=60\text{Hz}$ 、液晶応答速度 $t_{LC}=1\text{ms}$ 、3色のシーケンシャルカラー表示の場合、50分割すると、シャッター開口時間は、4.3ms（デューティ76%）となる。

【0263】図11には、駆動法1及び2についての実質開口率（デューティ）の分割数依存性を示したが、駆動法1の方が少ない分割数でよいことが分る。

【0264】ところで、上記の変調素子のデータの書換えを実現するには、行電極を順次選択する一般的駆動法ではなく、行電極のある範囲飛び越して選択する駆動法が必要となる。図12にゲート信号のタイミングチャートを示す。図13にR、G、Bフィールドシーケンシャルデータをフレームメモリからデータ線に入力するタイミングチャートを示す。

【0265】例えばN行の行電極からなる変調素子で、Rを基準とすれば、1行目を選択、Rのデータの書き込み、次に $1/3 \times N + 1$ 行目を選択、Bのデータの書き込み、次に $2/3 \times N + 1$ 行目を選択、Gのデータの書き込み、2行目を選択、Rのデータ書き込み、 $1/3 \times N + 2$ 行目を選択、Bのデータを書込み、 $2/3 \times N + 2$ 行目を選択、Gのデータを書込みの順に全ての行の選択と、それに対応するデータの入力を行う。次のゲートを開くまでの時間差 Δ は $1/(3nf)$ となる。R、G、B画像データはフレームメモリに格納し、それを読み出しデータ線に入力する時点では飛び越し走査に対応したデータに並び替える。図中、V1（R）とは1行目のレッドのデータを示し、V1/3n+1（B）とは1/

3×n+1行目のブルーのデータを示している。同様に、V2/3n+1 (G)とは2/3×n+1行目のグリーンデータ、V2 (R)とは2行目のレッドのデータを示している。

【0266】さらにこの駆動法の場合において、飛び越す範囲は必ずしも全体の1/3とする必要はない。R、G、Bそれぞれのホールド期間を等しくする場合には1/3となるが、必ずしもそれを望まない。ディスプレイとしてのホワイトバランスを取る手段として、ホールド期間をR、G、Bで変えることが可能となる。RGBの順でシーケンシャルカラー表示を行う場合、R、G、Bのホールド時間比率をk1、k2、k3 (k1+k2+k3=1)の比率としたければ、k3×N+1行目からBを選択、(k3+k2)×N+1行目からGを選択する(図14、図15参照)。

【0267】<シャッター分割数と照明角度の関係>着目する画素にシャッターを通過した光線を照明するに際し、照明角度の広がりによっては複数の分割ブロックを通過した光線が着目する画素を照明する。照明する光線の角度の広がり、シャッターと画素との距離、分割数の

関係で照明範囲は決定される。

【0268】通過するシャッターの分割ブロック数が増えるに従い、開口のタイミングが違うシャッターを通過した光線の重ね合わせとなる。この場合、先述のシャッターの開口時間式が必ずしも成り立たなくなる。この場合、分割境界部に位置する画素と分割中央部に位置する画素では、照明の条件が違ふこととなり、混色、輝度ムラとなる可能性がある。

【0269】図16では、シーケンシャルカラーシャッター130を通過した光線群230が変調素子200を照明した状態を示している。変調素子200の画素200a~200cがシーケンシャルカラーシャッターの一つの分割ブロック10a-1、10b-1、10c-1に対応する。10a、10b、10cはシーケンシャルカラーシャッターの3枚の液晶セルを示しており、例えばB、G、Rの順に並んでいる。

【0270】この液晶セルの色の順番は、各色に対応する液晶セルの応答速度の中で一番遅いセルを変調素子に近い側に配置するのが望ましい。それは次の理由による。変調素子からシーケンシャルカラーシャッターの液晶セルが離れるほど、その液晶層の位置における一つの画素を照明する照明光の範囲は広がっている。つまり、より多数の分割ブロックにまたがる可能性が高くなる。シーケンシャルカラーシャッターの液晶セルの応答速度が遅いということは、混色もしくは輝度ムラの可能性が高くなる。つまり、応答速度の遅い色(ここではR)の液晶セルを変調素子に近い側に配置することにより、混色、輝度ムラの可能性が軽減する。

【0271】図16では、照明範囲が最大2ブロックに収まる場合を示している。図17は、図16の変調素子

の境界部画素200cと照明範囲が一つのブロックに収まっている画素200bに対応する照明光の時間変化を示している。先述したシャッターの開口時間式が成り立つ。3ブロックに照明範囲が広がると、混色が色ムラとして認識される可能性が出てくる。

【0272】照明する光線の角度の広がりを抑えると、通過するシャッター分割ブロック数が減るため、色ムラは軽減されることとなるが、別のムラが目立つ方向となる。つまり、シャッターの分割ブロックを構成するそれぞれの透明電極のギャップ部は、図8(B)で示したことから明らかなように、シャッターとして機能しないため、そこを通過した光線は照明光量が低減する。ギャップ部を通過しない画素とギャップ部を通過する画素とで照明光量に差が出るため、ムラとなる。ギャップ部が大きいと(即ち、分割数が多いと)、照明光量が低減するので、照明系の設計はこの点に留意して設計する必要がある。

【0273】<シャッターと変調素子の位置精度>シャッターと変調素子の位置が設計値からずれた場合、変調素子を基準として、シャッターのそれぞれの分割ブロックの開口タイミングがずれることとなる。タイミングのずれは色ムラとなるが、それを防ぐためには、製造上の位置合わせの公差分を時間に換算し、シャッターの開口時間を短くしておく。垂直走査方向の有効長さをL、シャッターと変調素子の相対位置ズレをd、フレーム周波数をf、位置ズレを時間に換算した値をTtとすると、 $Tt = (d/L) \times (1/f) \dots (3)$

となる。例えば、対角3.5インチ、4:3アスペクト比の変調素子の場合、1mmの相対ズレは0.3msのタイミングのズレとなる。

【0274】<インテグレーターの光源側に近接した位置にシーケンシャルカラーシャッターがある場合の分割構造>インテグレーターとしてフライアイレンズを一般的に用いる。フライアイインテグレーターの機能は、1段目の各分割したエリアのそれぞれを変調素子に重ね合わせることにより、照明ムラを低減することである。よって、インテグレーターの光源側に近接した位置にシーケンシャルカラーシャッターがある場合の分割は、フライアイレンズの各分割エリアに対応し、さらにそれぞれを分割することとなる。

【0275】<アクティブマトリクス型変調素子>変調素子は一般的にアクティブマトリクス型LCDが使われる。アクティブマトリクス型LCDの中でも構造上反射型、透過型に分類され、また、各画素のスイッチの分類としてアモルファスシリコン(a-Si)、ポリシリコン(P-Si)、シリコン等に分類される。反射型、透過型いずれも可能であり、具体的には後述の実施例に示している。また、スイッチとしていずれも可能であるが、それぞれのスイッチによって移動度が違い、素子の充電時間が違うため、シーケンシャルカラーに必要な素

子のスピードを満たさない場合がある。画素数、フレーム周波数、開口率、素子の大きさ、コストによって選択すべきものである。

【0276】＜変調素子、シーケンシャルカラーシャッターの応答特性＞変調に一般的に液晶を用いるが、シーケンシャルカラーの場合、液晶の応答特性が問題となる。液晶の応答特性が不十分であると、色の切り替えに対応できず、混色が起こる。ところで、透過率の立ち上がりとしり下りを考えた場合、立ち上がり特性が悪くとも明るさには影響するが、色の混色は起こらない。立ち下り特性が悪い場合、色の混色が起こるため、立ち下り特性が優れていることが望ましい。同様に、シーケンシャルカラーシャッターの液晶セルの応答特性に関しても、立ち下り特性が良い方が望ましい。

【0277】図18には、相対的に立ち下りの応答特性がよく、立ち上がりの応答特性が悪い場合について、変調素子の透過率時間変化とシーケンシャルカラーシャッター（CS）の透過率時間変化の関係を示す。図16の照明角度で、CS境界部に対応する変調素子画素200cと分割中央部に対応する変調素子画素200bについて、変調素子の透過率時間変化、CS分割ブロックの時間変化、CS透過後の各画素への照明光の時間変化、変調素子の各画素透過光の時間変化の関係を表している。また、CSの開口時間の設定は、式（2）において液晶の応答時間は立ち下り時間（ τ_d ）に設定している。境界部画素200cでは中央部画素200bと比べて単色表示時の透過光強度が低くなる。画面全体では輝度ムラとなるが、この対策は分割数を多くすることにより低減できる。

【0278】変調素子の立ち上がり特性が十分でない場合、一般的には電圧を印加する場合の応答速度が速いため、電圧を印加した場合に黒を表示するいわゆるノーマリーホワイトモードが望ましい。ツイストネマティック（TN）、光学補償バンドセル（OCB）等がある。

【0279】シーケンシャルカラーシャッターに関しても同様に、ノーマリーホワイトモードが望ましい。そのためには、偏光子、検光子の設定は、その間にある位相差板群、液晶セルの総合位相差が0の場合に透過しない設定とし、R、G、Bそれぞれの液晶セルへの電圧印加時にそれぞれR、G、Bのシャッターをオフ状態となるように設定する。

【0280】＜フィールドシーケンシャルカラーの階調再現性改善手段＞液晶の応答特性は、先述したように、透過率の立ち上がり特性、立ち下り特性が違ふ。色の混色を防ぐためにシャッターを閉じる期間を設けるが、立ち上がり特性はそれより遅いため、シャッターが開いた時刻に於いても透過率変化が起こることになる。立ち上がりの特性に合わせてシャッターの開口時間を決定すれば良いのであるが、十分な開口時間が得られず、暗い表示となってしまう。

【0281】シャッターが開いている期間に変調素子の透過率変化がある場合は、色ムラとはならず、明るさが増えるだけである。この場合、無彩色表示と単色表示で透過率が変わることになる。無彩色表示の場合、1フレーム期間に変調素子の透過率変化は起こらないため、単色表示の場合の透過率変化がある場合と比べて実効的透過率は高くなる。

【0282】さらに、電子情報通信学会論文誌C-II Vol. J81-C-II No. 7、1998年、7月、pp668-669、“フィールド順次カラーTFT-LCDの液晶応答補償のための信号補正”には、階調再現性に関する問題点が示されている。液晶は誘電率異方性をもつため、液晶層の容量は表示する階調により変化する。書き換える直前の状態の液晶容量をTFTのON期間に書き換えるのであるが、TFTが閉じた後も液晶のダイレクターは変化するため、最終的に保持される電圧は目的とする電圧と違うことになる。TFTのON期間に液晶の応答が完了している場合には問題とならないが、1ラインのTFTのON期間は4 μ s程度であるから、現状の液晶材料では実現不可能である。

【0283】フィールドシーケンシャルカラー表示の場合、無彩色のグレースケールと単色のグレースケールを表示すると、階調の再現性が変わることになる。この問題に関しては、先に報告したように、信号補正により解決は可能である。

【0284】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に詳細に説明する。

【0285】実施例1

本実施例においては、図19に示すように、放物面ミラーを備えた放電ランプ100、フライアイインテグレーター220、PS変換素子120、コンデンサーレンズ230a、230b、シーケンシャルカラーシャッター130、反射型偏光板140、透過型の変調素子200の順に照明装置が構成されている。放物面ミラーを備えた放電ランプ100には、図44に示す反射板を付加してある。

【0286】シーケンシャルカラーシャッター130の検光子である反射型偏光板140の位置と、インテグレーターのフライアイレンズ220の第1面220aとは概ね共役の位置にある。変調素子200の前方側には、投射レンズ300が配置され、スクリーン301上に結像されるようになっている（以下、同様であるが、図示は省略する）。

【0287】シーケンシャルカラーシャッター130はR、G、Bの切り替えを行うための液晶セルでそれぞれ42分割とし、適当な位相差、適当な屈折率分散を持つ複数の位相差板を積層したものと組み合わせた。検光子140としてコレステリック液晶を用い、選択反射波長域が可視域となるようにピッチを調整し、シーケンシャ

ルカラーシャッター 130 と一体化した。エアーとの界面には反射防止膜 304 を付加した。図 20 のように、コレステリック液晶円偏光板と変調素子の間に 1/4 波長板 302 を配置し、直線偏光に変換する。さらに、コントラスト改善のため、吸収型の偏光板 303 を変調素子と 1/4 波長板の間に配置した。

【0288】また、シーケンシャルカラーシャッターの位相差板の設計について、入射は PS 変換素子 120 の通過後、例えば P 偏光となるが、検光子 140 が円偏光選択性を持つため、1/4 波長板 302 を最終段に配置し、直線偏光を円偏光に変換した後に検光子 140 にて色分離するようにした。例えば 1/4 波長板を入射偏光軸から 45° の方位に遅相軸を設定すると、左回り円偏光となり、それを反射するような螺旋方向にコレステリック層を設定した (図 21)。また、1/4 波長板は複数枚の位相差板を組み合わせで広帯域にしても構わない (図 22)。

【0289】また、シーケンシャルカラーシャッター 130 の検光子 140 と変調素子 200 とは、共役点からのずれを減らすためにシーケンシャルカラーシャッター 130、反射型偏光板 140、1/4 波長板 302、吸収型偏光板 303、変調素子 200 は一体化しても構わない。また、反射型偏光板としてコレステリック液晶円偏光板を使ったが、先述した、3M 社製 HMF 等の反射型直線偏光板であってもかまわない。この場合には、1/4 波長板を最終段に配置する必要はない。

【0290】シーケンシャルカラーシャッターを構成する液晶セルはベンドセルを用い、電圧印加時に実効的な Δn_d が 0 となるように位相差板を組み合わせる。図 21、図 22 では図示していないが、各液晶セルに隣接する位置に遅相軸を 0° とし、適当な Δn_d の位相差板を配置すればよい。電圧印加時にシャッターが閉じることとなり、シャッターの立下り応答速度を速くすることが可能であり、混色を防止することが可能となる。

【0291】シャッターを構成する液晶セルの順番は光源側から B、G、R の順とした。これは、シャッターを構成する液晶セルのセル厚が B、G、R の順で厚くする必要があり、液晶の応答特性はその順で遅くなるためである (セル厚の 2 乗に反比例する)。例えば図 21、図 22 の設計例の場合、B の液晶セルの Δn_d は実効的に 215 nm、G は 260 nm、R は 325 nm となり、 Δn が同じ液晶材料を使うと、液晶セル厚はこの比で厚くする。

【0292】駆動は先述の分割駆動法 2 を用いる。フレーム周波数 60 Hz で駆動すると、シャッターのそれぞれの隣接する分割ブロックのタイミングはおよそ、0.4 ms ずらすことになる。それぞれの液晶セルは 0.5 mm 厚のガラスを用い、各分割ブロックの電極間隔は 5 μ m で作成した。

【0293】変調素子 200 は、対角 3.5 インチ、ア

スペクト比 4:3、0.5 mm 厚のガラスで作成した。OCB モードを用い、電圧印加時に黒を表示するように位相差板補償をした。黒表示に切り替わる応答速度はおよそ 0.5 ms であった。位置合わせのマージンを 0.3 ms (1 mm の位置ズレ相当) とすると、シャッターの開口時間は先述の (2)、(3) 式より、 $1/(3 \times 60) - 1/(42 \times 60) = 0.5 - 0.3 = 0.2$ ms (78% デューティ) となる。

【0294】ここで、シャッターを閉じている時間は、分割 1 ブロックあたりのタイミングずれの整数倍となるように調整した。この場合では 4 ブロックが閉じていることとなる。これによりシャッターの切り替えのタイミングをそれぞれのブロックで等しくできるため、駆動回路が簡便となる。

【0295】照明ブロックの範囲を 2 ブロックまでに制限すると、照明角度は 9.5° となる。この場合の輝度ムラは 1% 以内であった。

【0296】放電ランプ 100 としては、UHP ランプ、Xe ランプ、メタルハライドランプ等が使える。発光の大きさに対応した放物面ミラーの焦点からのズレは、放物面ミラー開口部においては平行光束からの角度の広がりとなる。照明効率をよくするためには、開口部の面積と、その位置における角度範囲を立体角で表した値との積を光源の E_{tendue} とした場合において、変調素子の面積と照明角度立体角との積である変調素子の E_{tendue} が大きいほど効率がよくなり、収差の無い系では光源の E_{tendue} と一致した場合に 100% の照明効率を得られることになる。

【0297】先述したように、リサイクルの過程で光源の E_{tendue} は増大するため、これを考慮してパネルサイズと照明角度は決定する。実際にはむやみに大きな変調素子を用いることは、全体の光学系が大きくなること、コストが高くなることなどから、光利用効率が実用的に許される最低限の変調素子サイズにする。

【0298】例として図 23 に、アーク長 1 mm の UHP ランプを用いた場合の変調素子の E_{tendue} と照明光束の関係を示す。図中の A の領域は変調素子の E_{tendue} が相対的に小さい領域で、 E_{tendue} の変化に対して照明効率が大きく変化する。B の領域は E_{tendue} の変化に対する照明効率変化が比較的少ない。おおよそ、光源の E_{tendue} の 1/5 以上が B の領域となる。使用したランプにおいては一回の反射で光源側の E_{tendue} がおよそ 2 倍となった。また、放物面ミラー反射率は 77% であった。このランプを使った場合において、反射偏光板リサイクルによる光利用効率の改善率は、以下のように変調素子の E_{tendue} の値が大きいほど改善率が上がる。 E_{tendue} が $10 \text{ mm}^2 \cdot \text{sr}$ の変調素子のサイズと照明角度は例えば対角 0.9 インチ、照明角度 6.5° となる。 E_{tendue} が $320 \text{ mm}^2 \cdot \text{sr}$ の変調素子のサイズと照

明角度は例えば対角 3.5 インチ、照明角度 9.5° と
なる。いずれも改善率は次表の通りである。

【表 1】

Etendue/mm ² ・sr	改善率
10	190%
320	260%

【0299】先述の条件における変調素子の R、G、B
の透過率比率は 0.85 : 1 : 1.15 であった。UH
P ランプを使った場合においてホワイトバランスを取る
為に RGB のホールド時間を調整した。R : G : B =
0.38 : 0.33 : 0.29 にホールド時間比率を設
定するため、XGA (1024 (水平) × 768 (垂
直)) の変調素子パネルの 1 行目から R、222 行から
B、476 行から G のデータを書き換えることとした。
この場合のホワイト色度点 (図 24) とホールド時間が
R、G、B で等しい場合のホワイト色度点 (図 25) を
比べると、ホールド時間を調整した場合が光源の色度点
に近いことがわかる。図中、ホワイト色度点 10、光源
色度点 20、自然昼光色度点 30 を示している。

【0300】実施例 2

実施例 1 と同様な構成であるが、PS 変換素子がない構
成である。また、PS 変換素子がない場合には、シーケ
ンシャルカラーシャッター 130 の光源側位置に偏光子
が必要である。偏光子 120A として反射型偏光板を用
いる。反射型偏光板偏光子の位置は、フライアイインテ
グレーター 220 の光源側近接位置とした。図 26 に示
す反射型偏光板偏光子 120A として、コレステリック
液晶円偏光板をフライアイインテグレーター第 1 面 220a
と光学的に一体化した。また、フライアイ第 1 面 220a
の出射側と反射型円偏光板 120A の光源 100
側のエアートとの界面には反射防止膜を付加した (図 2
7)。また、光源の構成は図 46 に示す構成とした。

【0301】この構成の場合には反射型偏光板偏光子 1
20A と光源 100 とが共役、シーケンシャルシャッ
ターの検光子 140 とフライアイインテグレーター第 1 面
220a とが共役の関係となる。

【0302】シーケンシャルカラーシャッター 130 の
構成は、両側に 1/4 波長板 302 を付加した (図 2
8)。また、この 1/4 波長板は、実施例 1 で示したよ
うに複数枚で構成し、広帯域にしてもよい。また、この
位相差板の設定の場合、偏光子と検光子のコレステリック
液晶の螺旋方向は互いに逆となるように設定する。

【0303】ところで、PS 変換素子を用いる場合は、
パネル側 Etendue が 1/2 となるが、PS 変換素
子がない場合は Etendue 低下がないため、次表の
ようにリサイクル効率が改善する。

【表 2】

PS 変換素子	改善率
あり	260%
なし	290%

【0304】実施例 3

実施例 2 との違いは、反射型偏光板偏光子 140 の位置
がシーケンシャルカラーシャッター 130 に近接してい
る構成である (図 29)。反射型偏光板偏光子 120
A、反射型偏光板検光子 140 がシーケンシャルカラー
シャッター 130 と光学的に密着してエアートとの界面に
は反射防止膜を付加した。光源の構成は図 45 に示す構
成とした。

【0305】この構成の場合、シーケンシャルカラーシ
ャッターの検光子である反射型偏光板検光子 140 とフ
ライアイインテグレーター第 1 面 220a が共役の関係
となるが、シーケンシャルカラーシャッター偏光子であ
る反射型偏光板 120A はそれから位置の差に相当する
ズレを生ずる。偏光子、検光子、シーケンシャルカラー
シャッターを一体化することと、シーケンシャルカラー
シャッターを構成するガラス等の部品をできるだけ薄く
する等の対策をして位置の差を減らすことが一つの対
策である。また、フライアイレンズ 220a の分割サイ
ズとシーケンシャルカラーシャッター 130 のサイズの
倍率 (横倍率 β) を大きくすることにより、位置の差
(縦倍率 α) の影響を軽減できる。これは $\alpha = \beta^2$ の関
係があるからである。このことは結局、変調素子サイ
ズを大きくし、照明角度を小さくすることとなる。

【0306】図 30 にシーケンシャルカラーシャッター
設計例を示す。

【0307】実施例 4

実施例 2 との違いは、インテグレーターとしてロッドイ
ンテグレーターを用いていることである。シーケンシャ
ルシャッターの分割については実施例 1 と同様である。

【0308】楕円ミラーを備えた放電ランプ 100、コン
デンサーレンズ 230a、230b、ロッドインテグ
レーター 320、反射型偏光板 120A、コンデンサー
レンズ 230c、230d、シーケンシャルカラーシャ
ッター 130、反射型偏光板 140、変調素子 200 の
順に照明装置が構成されている (図 31)。

【0309】ロッドインテグレーター 320 の出射側表
面に、コレステリック液晶による円偏光板 120A が光
学的に密着した状態で付加されている。コレステリック
液晶層の表面には反射防止膜が付加されている。また、
ロッドインテグレーターの入射側端面にも反射防止膜が
付加されている (図 32)。

【0310】ロッドインテグレーター 320 の両側に配
置してあるコンデンサーレンズは 2 枚のレンズからな
り、ロッドインテグレーターの両側でテレセントリック
(主光線が光軸と平行) となっている。また、被照明物

である変調素子においてもテレセントリックである。

【0311】また、ロッドインテグレーター320の出射側端面、つまり反射型偏光板120Aとシーケンシャルカラーシャッター130の反射型偏光板検光子140とは共役の関係にある。ロッドインテグレーター320入射端と光源100の放物面ミラー開口部とはまた、共役の関係にある。

【0312】ロッドインテグレーター320を通過することにより、全反射を繰り返すごとに位相条件が乱される。反射型偏光板120Aによる反射偏光は、ロッドインテグレーター320を通過することにより偏光が解消される。つまり、リサイクル光はロッドインテグレーター320を通過し、光源100の放物面ミラーで反射し、再度ロッドインテグレーター320出射面に達した時点で自然光と見なせるので、その1/2の光束が円偏光板120Aを通過し、1/2は光源100側に反射する。光源100側に反射した1/2の光束は同様にまた、その1/2がロッドインテグレーター320出射面で円偏光板120Aを通過、1/2が反射する。円偏光板120Aを通過した光束のうち一部が、シーケンシャルカラーシャッター130の検光子140を通過し、残りは再び光源100側に反射する。これを繰り返すことにより、リサイクル可能となる。

【0313】実施例5

実施例3との違いは、反射型偏光板120A、シーケンシャルカラーシャッター130、反射型偏光板140がフライアイインテグレーター第1面220aの光源100側に隣接しているところである(図33)。実施例3と同様、一体化してある。この構成の場合、光源100は、光源の発光部が放物面鏡の焦点位置であるため、共役点は無縁となる。つまり、反射型偏光板120Aと反射型偏光板140位置の差の影響はなくなることになる。光源の構成は図46に示す構成とした。

【0314】先述したように、フライアイの個々の分割エリアが変調素子200に重ね合わされるため、シーケンシャルカラーシャッター130の分割はフライアイインテグレーター220aの各分割エリアを対象に行う。本実施例ではフライアイを8等分した。それぞれの分割エリアを42分割にする。シーケンシャルカラーシャッターは42×8=336分割となる。ただし、シーケンシャルカラーシャッターの駆動ドライバーは、フライアイインテグレーターの各分割エリアの中の重ね合わされるそれぞれの電極を共通とすることができるため、1色あたり42出力とすることができる。

【0315】また、例えば図34に示すように、フライアイインテグレーター220aの各分割エリアと変調素子200とは共役の関係で、先頭位置が反転する。そのため、シャッターのスクロール方向は反転させる必要がある。また、フライアイインテグレーターと変調素子間にミラーを配置し、折り返す場合においては、フライ

インテグレーター各分割エリアの各シーケンシャルカラーシャッター分割ブロックと対応する変調素子位置関係を調べて、正転もしくは反転を定めればよい。

【0316】実施例6

変調素子に反射型を用いた場合における構成である。反射型の変調素子を用いる場合には、PBS(偏光ビームスプリッター)を一般的に用いる。図35のように、シーケンシャルカラーシャッター130は、フライアイインテグレーター220の光源側に隣接した位置とした。また、PBSを使う光学系では、シーケンシャルカラーシャッターの検光子として、反射型偏光板の代わりにPBS370が機能する(図35)。PBS370の使用していない面に反射板380を置く。

【0317】図35の場合は、P偏光はPBS370を通過し、反射板380で反射し、光源100に戻る。通常、インテグレーター第1面220aと共役点に変調素子200を置くため、光路長が同じとなるように反射板380を置けば、効率よくリサイクル可能となる。光源の構成は図46に示す構成である。

【0318】シーケンシャルカラーシャッターの分割については実施例5と同様である。

【0319】シーケンシャルカラーシャッター130の偏光子にコレステリック液晶円偏光板120Aを使いシーケンシャルカラーシャッターと一体化した。この構成の場合、シーケンシャルカラーシャッターは、偏光子が円偏光選択、検光子が直線偏光選択となるため、円偏光を直線偏光に変換するための1/4波長板302を入射側の位相差板群の先頭に配置した(図36)。また、両側のエアークの界面は反射防止膜を付加した。

【0320】実施例7

実施例6との違いは、シーケンシャルカラーシャッターの位置である(図37)。光源の構成は図46に示す構成である。シーケンシャルカラーシャッター130がフライアイインテグレーター第1面220aの共役点となるように配置し、また、その共役点に変調素子200が来るように照明系を設計した。また、シーケンシャルカラーシャッターへの入射はテレセントリック(主光線が光軸と平行)となるようにした。これはシャッターを構成するR、G、Bの液晶セルの各分割ブロックを透過する位置が一致する必要があるためである。

【0321】ここで、シーケンシャルカラーシャッター130を構成する液晶セル群の中央位置が、変調素子200と共役点となるように配置する。この位置に応答速度の遅い色の液晶セルを配置する。

【0322】フライアイインテグレーター第1面220aの各分割エリアが重ね合わされてシーケンシャルカラーシャッター130に結像し、さらにそれが変調素子200に結像するので、シーケンシャルカラーシャッター130の分割は実施例1と同様となる。

【0323】シャッターの駆動に関して、実施例5に示

したように変調素子とシャッターの対応位置を考慮してスクロール方向を定める。

【0324】実施例8

本実施例では、シーケンシャルカラーシャッター130の位置が変調素子200と投射レンズの間にある場合であり、透過型の変調素子200の場合を示している(図38)。光源の構成は図46に示す構成である。反射型偏光板120Aとしてコレステリック液晶円偏光板をフライアイインテグレーター第1面220aの光源100側と光学的に一体化した。また、フライアイ第1面220aの10出射側と反射型円偏光板120Aの光源100側のエアーとの界面には反射防止膜を付加した。シーケンシャルカラーシャッター130は変調素子200の投射レンズ側に近接しており、シーケンシャルカラーシャッター検光子140はコレステリック液晶円偏光板をシーケンシャルカラーシャッターと光学的に一体化した。また、シーケンシャルカラーシャッター偏光子は変調素子検光子と兼ねている。

【0325】この構成の場合には、反射型偏光板120Aと光源100とが共役、シーケンシャルシャッター130の検光子140とフライアイインテグレーター第1面220aとが概ね共役の関係となる。

【0326】シーケンシャルカラーシャッターの構成は実施例1と同様である。

【0327】実施例9

反射型変調素子を2枚使う構成である。シーケンシャルカラーシャッター130および検光子140の位置は実施例5と同様である(図39)。光源の構成は図46に示す構成である。変調素子を2枚使う構成については、本出願人による特願2000-46833に示されている。シーケンシャルカラーシャッター130と偏光色分離素子480と組み合わせで3原色を表示する。

【0328】本実施例では、変調素子200aでG、Bの2原色を時分割で色再現し、変調素子200bでRを表示する。シーケンシャルカラーシャッター130はY、Mの色切り替え、偏光色分離素子480ではR、Gの色分離を行う。シーケンシャルカラーシャッター130の偏光子120A、検光子140は共にコレステリック液晶円偏光板を用いるが、互いに逆ねじれの螺旋方向とする。シーケンシャルカラーシャッターの設計例を図40に示す。

【0329】次に、各種の光源構造を説明する。

【0330】<リサイクル効率を改善する光源構造>図41のように、放物面鏡412を備える光源において、保護ガラス413の表面413a又は表面413bに反射板414を付加する。或いは、近接する位置において別の基板に反射板を形成してもよい。

【0331】一般的には、放物面鏡412と放電ランプ411からなる構成の光源の場合に、放物面鏡の全開口面積が光源として有効なのではなく、図42に示すよう

に放電ランプ411の位置と周辺は無効部分となる。反射板414の位置は、図42に示す放電ランプから発する有効出射光束415が及ばない位置に付加する。

【0332】<リサイクル効率を改善する光源と反射偏光板の構成1>図43は、放電ランプから発する自然光から効率良く偏光を取り出すために有効となる。反射偏光板としてコレステリック液晶円偏光板450を用い、反射板414から適当な距離を離して配置する。自然光がコレステリック液晶円偏光板450に入射した場合、コレステリック液晶円偏光板450で一方の偏光が透過し、他方の偏光が反射する。図43では、反射する円偏光だけを示している。

【0333】放電ランプからの発光は均一ではなく、AC駆動の場合には発光強度の強い部分が2箇所、光軸上に分布する。図43では、実線と破線でこれを示している。破線で示す光束は、コレステリック液晶円偏光板450で反射して反射板414aに達し、ここで反射することにより位相が180°変化し、逆回りの円偏光となる。この円偏光はコレステリック液晶円偏光板450を透過する。実線で示す光束416はコレステリック液晶円偏光板で反射して反射板414bに達し、ここで反射することにより位相が180°変化し、逆回りの円偏光となり、コレステリック液晶円偏光板450を透過する。

【0334】この構造では、放電ランプに戻ることに由るEtendueの増大を軽減し、さらにリサイクル回数を減らすことによりリサイクル効率を改善することが可能となる。

【0335】反射型偏光板として直線偏光反射板を用いる場合には、反射板414と直線偏光反射板の間に1/4波長板を配置すればよい。

【0336】<リサイクル効率を改善する光源と反射板の構成2>図44の構造は、シーケンシャルカラーシャッター130の検光子で反射する偏光のリサイクル効率を改善するために有効である。図44では反射型偏光板として直線偏光反射板を用いた。直線偏光反射板140で反射した偏光は直線偏光反射板120Aを透過し、その一部が反射板414a、414bに達する。反射板414a、414bで反射した偏光はその偏光軸方位を変えずに直線偏光反射板120Aを透過し、その一部416はシーケンシャルカラーシャッター130で偏光軸を90°回転し、直線偏光反射板140を透過する。

【0337】直線偏光反射板120Aの代わりにPS変換素子がある場合も、この構造が有効である。また、直線偏光反射板140の代わりにコレステリック液晶円偏光板を用いても、シーケンシャルカラーシャッター130の構成が直線偏光入射の設計であれば、同じ構成でよい。

【0338】また、図44では、シーケンシャルカラーシャッター130、直線偏光反射板120Aが光源に近

い位置で示しているが、この間にインテグレーターが配置されていても同様である。

【0339】＜リサイクル効率を改善する光源と反射板の構成3＞図45では、反射型偏光板としてシーケンシャルカラーシャッター130の偏光子120A、検光子140両方にコレステリック液晶円偏光板を用いた場合である。さらに反射板414にも、コレステリック液晶円偏光板を用いている。ここでは、コレステリック液晶円偏光板120Aは左円偏光（Lと図示している。）を透過する螺旋方向に設定している。コレステリック液晶円偏光板140、414a、414bは右円偏光（Rと図示している。）を透過する螺旋方向に設定している。

【0340】コレステリック液晶円偏光板140で反射した左円偏光はコレステリック液晶円偏光板120Aを透過し、その一部がコレステリック液晶円偏光板414a、414bに達する。コレステリック液晶円偏光板414a、414bで反射した左円偏光はコレステリック液晶円偏光板120Aを透過し、その一部416はシーケンシャルカラーシャッター130で右円偏光に変換し、コレステリック液晶円偏光板140を透過する。

【0341】また、ここで用いた放物面鏡412の場合、有効開口部を通過した光線が放物面鏡で2回反射することによりおよそ180°の位相変化であった。この場合、1/2波長板418を有効開口部の半面に配置することにより、有効開口部を通過した光線についてリサイクル効率を改善することができる。

【0342】コレステリック液晶円偏光板140で反射した左円偏光の一部は1/2波長板418を通過し、右円偏光となる。放物面鏡412で反射し、対向する開口部を通過する時点では概ね左円偏光となる。コレステリック液晶円偏光板120Aを透過し、その一部はシーケンシャルカラーシャッター130で右円偏光に変換され、コレステリック液晶円偏光板140を透過する。一方、コレステリック液晶円偏光板140で反射した左円偏光で1/2波長板418のない開口部を通過した光線は放物面鏡412で反射し、概ね右円偏光となる。1/2波長板を通過することにより左円偏光となり、コレステリック液晶円偏光板120Aを透過し、その一部はシーケンシャルカラーシャッター130で右円偏光に変換され、コレステリック液晶円偏光板140を透過する。

【0343】この実施例に使用した放物面鏡では、2回の反射で概ね180°の位相変化となったが、2回の反射での位相変化が0°に近ければ、1/2波長板を取り除いた構成にすればよい。また、検光子としてコレステリック液晶円偏光板140の代わりにPBSを使う場合も、シーケンシャルカラーシャッターをそれに合わせて設計すれば可能である。

【0344】＜リサイクル効率を改善する光源と反射板の構成4＞前記構成3でコレステリック液晶円偏光板414a、414bを反射板に置き換えた構成である（図

46）。この構成は、構成1に示す光源から発する自然光の偏光を揃える目的と、構成3で示す検光子での反射光のリサイクル効率改善の両立を目的とする。

【0345】光源から発する自然光の偏光を揃えることについては構成1で既に説明した通りである。検光子での反射光リサイクル効率改善に関して、反射光のうち開口部を通過する光線については構成3で説明した通りである。コレステリック円偏光反射板140で反射した左円偏光のうち反射板414a、414bに達した左円偏光は、反射板414a、414bで反射することにより右円偏光に変化する。コレステリック液晶円偏光板120Aでは、右円偏光は反射するため、再びその一部は反射板414a、414bに達し、反射することにより左円偏光に変化する。その後、コレステリック液晶円偏光板120Aを透過し、その一部416はシーケンシャルカラーシャッター130で右円偏光に変換され、コレステリック液晶円偏光板140を透過する。

【0346】この実施例に使用した放物面鏡では、2回の反射で概ね180°の位相変化となったが、2回の反射での位相変化が0°に近ければ、1/2波長板を取り除いた構成にすればよい。また、検光子としてコレステリック液晶円偏光板140の代わりにPBSを使う場合も可能である。

【0347】＜リサイクル効率を改善する光源の構成5＞放物面鏡での位相変化は角度、波長により変わる。図47は、放物面鏡での位相変化が1/2波長板1枚で補償できない場合に適している。

【0348】放物面鏡に入射する偏光が入射面に対してS偏光もしくはP偏光となっていれば、位相変化を問題にしない。これを実現するために、図48に示すように、1/4波長板418を放射線状に分割する。それぞれの遅相軸をそれぞれの分割エリアの中心入射面に対して45°の方位として、S偏光もしくはP偏光に変換する。一般的に、S偏光の反射率が高いので、S偏光に変換するのが望ましい。1/4波長板は中心波長において1/4波長を示すもの、複数の位相差板で構成される（例えば1/2波長板と1/4波長板で構成される。）広帯域の1/4波長板であっても、それぞれ分割中心入射面に対してS偏光もしくはP偏光になるように方位を決定する。

【0349】図面では、コレステリック液晶円偏光板120Aは左円偏光（Lと図示している。）を透過する螺旋方向に設定している。コレステリック液晶円偏光板140は右円偏光（Rと図示している。）を透過する螺旋方向に設定している。コレステリック液晶円偏光板140で反射した左円偏光はコレステリック液晶円偏光板120Aを透過し、1/4波長板414に達する。放物面鏡412によってそれぞれの入射面に関してS偏光の状態で2回の反射を受け、再び1/4波長板414に達する。この時の光線が入射面内にあれば、同じ方位の1/

4 波長板を通過し、入射したときと同じ左円偏光となる。コレステリック液晶円偏光板 120A を透過し、その一部はシーケンシャルカラーシャッター 130 で右円偏光に変換され、コレステリック液晶円偏光板 140 を透過する。

【0350】<リサイクル効率を改善する光源の構成 6>構成 5 との違いは、反射型偏光板として、直線偏光を反射、透過するタイプを用いているところである。図 49 は直線偏光反射型偏光板 120A の透過軸を基準に、その透過直線偏光を 0° と表記している。また、シーケンシャルカラーシャッター 130 で変調され、直線偏光反射型偏光板 140 を透過した直線偏光 416 を 90° と表記している。

【0351】1/2 波長板を通すことにより、1/2 波長板とそれに入射する直線偏光軸との成す角の 2 倍の方位角に振動方位を持つ直線偏光となる。それぞれの分割エリアにおいて、中心入射面の S 偏光方位と反射型偏光板 120A の透過軸との成す角の 1/2 の角度に、それぞれの分割エリアの 1/2 波長板 418 の遅相軸を設定する。

【0352】直線偏光反射型偏光板 140 で反射した 0° 方位の直線偏光は反射型偏光板 120A を透過し、1/2 波長板 414 に達する。放物面鏡 412 によって、それぞれの入射面に関して S 偏光の状態で 2 回の反射を受け、再び 1/2 波長板 414 に達する。この時の光線が入射面内にあれば、同じ遅相軸方位の 1/2 波長板を通過し、入射したときと同じ 0° 方位の直線偏光となる。反射型偏光板 120A を透過し、その一部はシーケンシャルカラーシャッター 130 で 90° 方位の直線偏光に変換され、反射型偏光板 140 を透過する。

【0353】以上の説明から明らかなように、本発明に基づく照明装置を用いたプロジェクター装置（又は画像表示装置）によれば、シーケンシャルカラーシャッターの透過光（例えば R 光）以外の光の少なくとも一部（例えば G 光、B 光）を光源側に反射する反射型偏光板などの反射手段が光路中に設けられているので、この反射手段による反射光を再び光源側で反射して、所定の偏光光として戻し、これを有効利用できる。これによって、光利用効率を大きく向上させることができ、シーケンシャルカラー表示でありながら、変調素子を 3 枚使う場合と同等の出力光束が得られる。

【0354】また、シーケンシャルカラーシャッターを所定数に分割すれば、個々の分割ブロックの駆動タイミングを分割数に応じてずらすことにより、シャッターとしての開口率を向上させ、色むら、輝度ムラのないシーケンシャルカラー表示が可能となる。

【0355】そして、各色のホールド時間の調整により、光源、変調素子の分光特性に合わせてホワイトバランスを任意に調整可能である。

【0356】しかも、シーケンシャルカラー表示とする

ことにより、これまで各色毎にシャッター及び変調素子が必要であったのに対し、1つのシャッター及び変調素子で駆動が可能となるから、光学部品を低減できるとなり、低コスト化が図れる。色分離及びその合成に、蒸着等の比較的高価な処理を伴う部品を用いなくとも、光学系を簡素化でき、低コスト化が図れる。

【0357】

【発明の効果】本発明によれば、シーケンシャルカラーシャッターの透過光以外の光の少なくとも一部を光源側に反射する反射手段が光路中に設けられているので、この反射手段による反射光を再び光源側で反射して、これを有効利用できる。これによって、光利用効率を大きく向上させることができ、シーケンシャルカラー表示でありながら、変調素子を複数使う場合と同等の出力光束が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】一般的照明装置構成を示す概略図 (A) と、本発明に基づく照明装置構成を示す概略図 (B) である。

【図 2】本発明に基づく照明装置において P S 変換素子がある場合の偏光リサイクルを示す概略図である。

【図 3】同、P S 変換素子がない場合の偏光リサイクルを示す概略図である。

【図 4】反射防止膜のないコレステリック液晶円偏光板の分光透過率を示すグラフである。

【図 5】反射防止膜のないコレステリック液晶円偏光板の分光透過率を示すグラフである。

【図 6】反射防止膜のあるコレステリック液晶円偏光板の分光透過率を示すグラフである。

【図 7】反射防止膜のあるコレステリック液晶円偏光板の分光透過率を示すグラフである。

【図 8】本発明に基づく照明装置の要部の概略斜視図 (A) と、その LCD 部の拡大断面図 (B) である。

【図 9】本発明に基づくシーケンシャルカラーシャッターの開口タイミングを実現する駆動法 1 のタイミングチャートである。

【図 10】同、駆動法 2 のタイミングチャートである。

【図 11】同、シーケンシャルカラーシャッターの分割数によるシャッターの実質開口率の変化を示すグラフである。

【図 12】同、駆動法 2 における変調素子のゲートタイミングチャートである。

【図 13】同、駆動法 2 における変調素子へのデータ転送のタイミングチャートである。

【図 14】同、ホワイトバランスをとるための駆動法 2 における変調素子のゲートタイミングチャートである。

【図 15】同、ホワイトバランスをとるための駆動法 2 におけるデータ転送のタイミングチャートである。

【図 16】同、変調素子への照明角度の制約を説明するためのシーケンシャルカラーシャッターと変調素子の概略断面図である。

【図 17】同、変調素子への照明角度の制約を説明するための照明光の時間変化を示すタイミングチャートである。

【図 18】同、変調素子の応答速度の制約を説明するための照明光の時間変化を示すタイミングチャートである。

【図 19】本発明の実施例 1 の照明装置を含むプロジェクターを示す概略断面図である。

【図 20】同、シーケンシャルカラーシャッター、反射型偏光板、反射防止膜、 $1/4$ 波長板、変調素子の配置を示す概略断面図である。

【図 21】同、シーケンシャルカラーシャッターの一例の概略図である。

【図 22】同、シーケンシャルカラーシャッターの別の例の概略図である。

【図 23】同、放物面鏡付き UHP ランプを使った場合の変調素子の E t e n d u e と照明光束の関係を示すグラフである。

【図 24】同、ホワイトバランスをとるために駆動法 2 を採用した場合のホワイト色度点を示す色度図である。

【図 25】同、ホワイトバランスをとるための駆動法 2 を採用しない場合のホワイト色度点を示す色度図である。

【図 26】本発明の実施例 2 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 27】同、反射型偏光板、反射防止膜、フライアイレンズの配置を示す概略断面図である。

【図 28】同、シーケンシャルカラーシャッターの一例の概略図である。

【図 29】本発明の実施例 3 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 30】同、シーケンシャルカラーシャッターの一例の概略図である。

【図 31】本発明の実施例 4 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 32】同、反射型偏光板、反射防止膜、ロッドインテグレーターの配置を示す概略図である。

【図 33】本発明の実施例 5 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 34】同、シーケンシャルカラーシャッターと変調素子の結像関係を示す概略断面図である。

【図 35】本発明の実施例 6 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 36】同、シーケンシャルカラーシャッターの一例の概略図である。

【図 37】本発明の実施例 7 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 38】本発明の実施例 8 の照明装置を示す概略断面図である。

【図 39】本発明の実施例 9 の照明装置を示す概略断面

図である。

【図 40】同、シーケンシャルカラーシャッターの一例の概略図である。

【図 41】本発明に使用可能な、リサイクル効率を改善するための光源を示す概略断面図である。

【図 42】同、放物面鏡を備える放電ランプの有効光束を示す概略断面図である。

【図 43】同、リサイクル効率を改善するための光源と反射型偏光板の構成 1 を示す概略断面図である。

【図 44】同、リサイクル効率を改善するための光源と反射型偏光板の構成 2 を示す概略断面図である。

【図 45】同、リサイクル効率を改善するための光源と反射型偏光板の構成 3 を示す概略断面図である。

【図 46】同、リサイクル効率を改善するための光源と反射型偏光板の構成 4 を示す概略断面図である。

【図 47】同、リサイクル効率を改善するための光源と反射型偏光板の構成 5 を示す概略断面図である。

【図 48】同、波長板を分割して設けた光源の正面図である。

【図 49】同、リサイクル効率を改善するための光源と反射型偏光板の構成 6 を示す概略断面図である。

【図 50】同、波長板を分割して設けた光源の正面図である。

【図 51】従来例による、位相差板と液晶スイッチの組み合わせによるシーケンシャルカラーシャッターの概略図である。

【図 52】同、シーケンシャルカラーシャッターの開口タイミングチャートである。

【図 53】同、P S 変換素子構造と照明装置を示す概略断面図である。

【図 54】同、P S 変換素子の製造方法を示す概略断面図である。

【図 55】同、コレステリック液晶円偏光板を使った照明光源の概略断面図である。

【図 56】同、コレステリック液晶円偏光板を使った円偏光分離合成装置の概略断面図である。

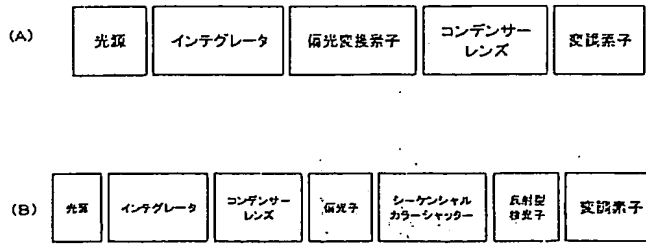
【図 57】同、放物面鏡を備える放電ランプへ光線が入射した場合の光線経路を示す概略断面図である。

【図 58】同、楕円ミラーに円偏光反射板を配置した場合の光線経路を示す概略断面図である。

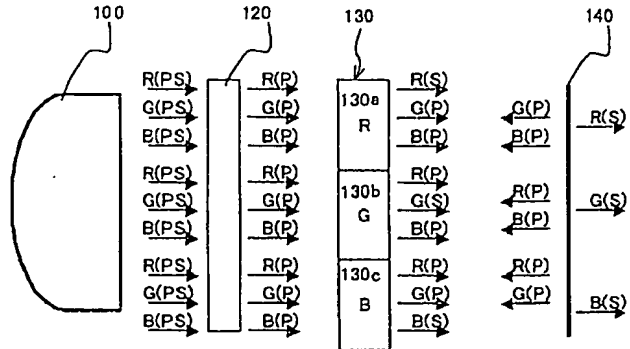
【符号の説明】

10…液晶セル、20、30…位相差板群、100…放物面ミラー付き放電ランプ、120…P S 変換素子、120A…反射型偏光板、130…シーケンシャルカラーシャッター (CS)、140…反射型偏光板、200…透過型変調素子、220…フライアイインテグレーター、220a…第 1 面、230…コンデンサーレンズ、300…投射レンズ、301…スクリーン、302… $1/4$ 波長板、304…反射防止膜、n…ライン数、N…分割数

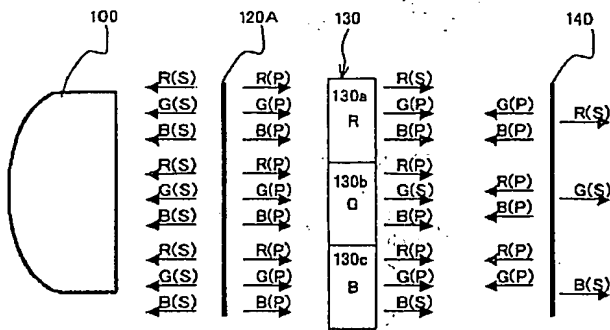
【図1】



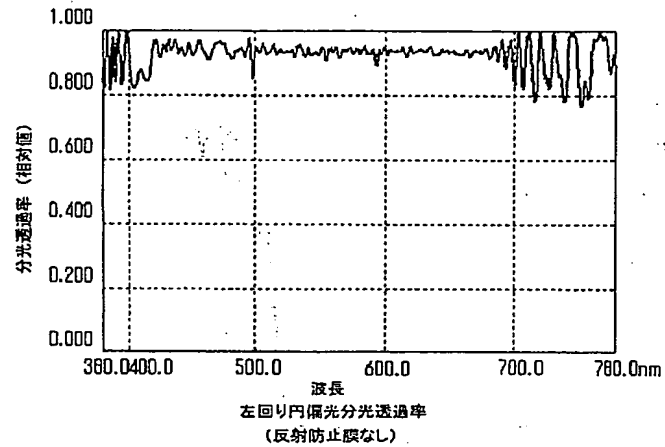
【図2】



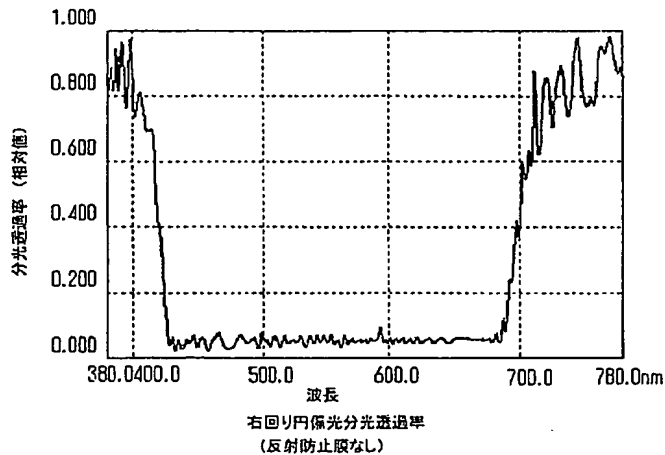
【図3】



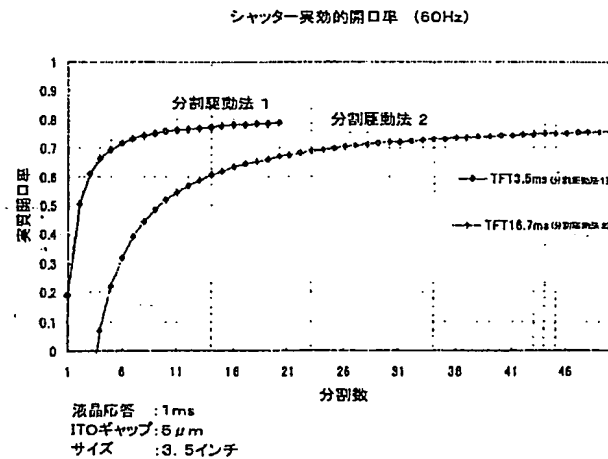
【図4】



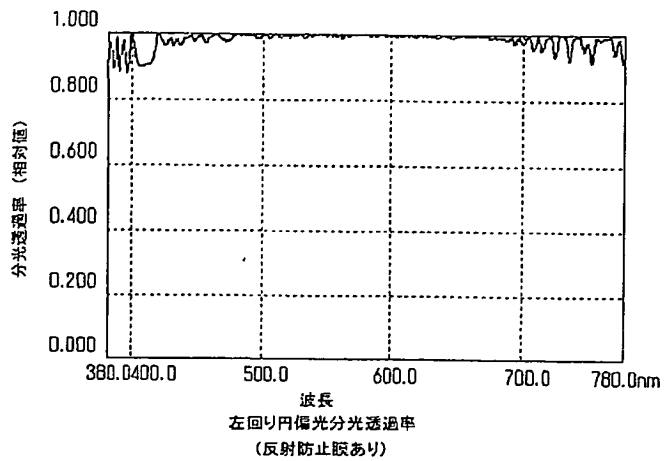
【図5】



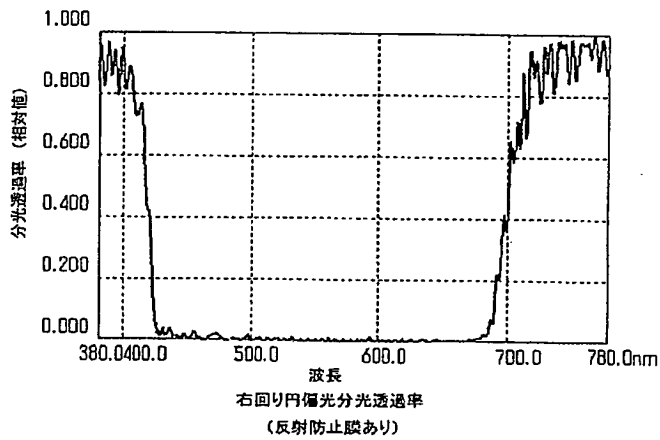
【図11】



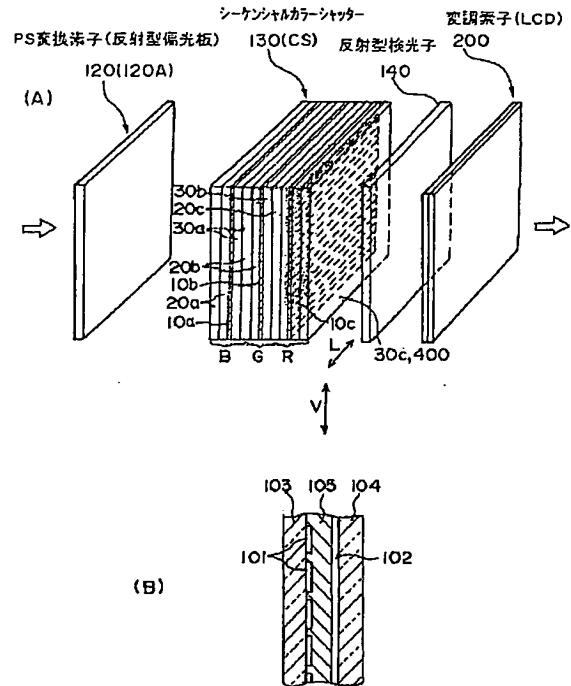
【図 6】



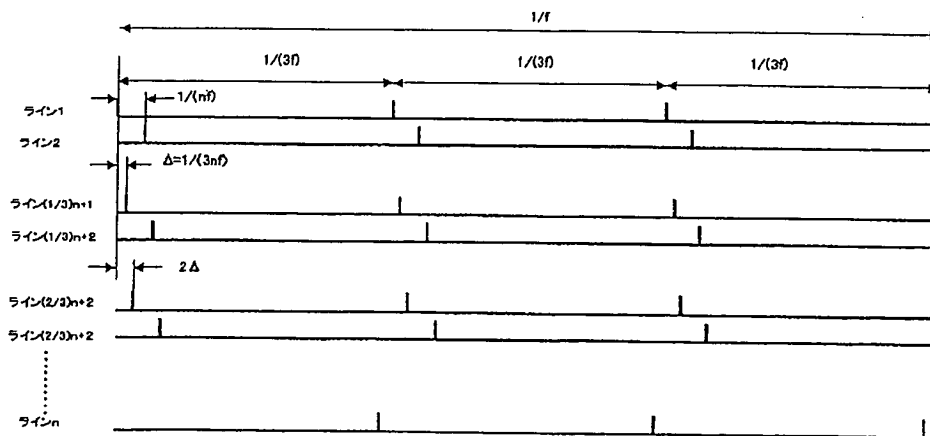
【図 7】



【図 8】



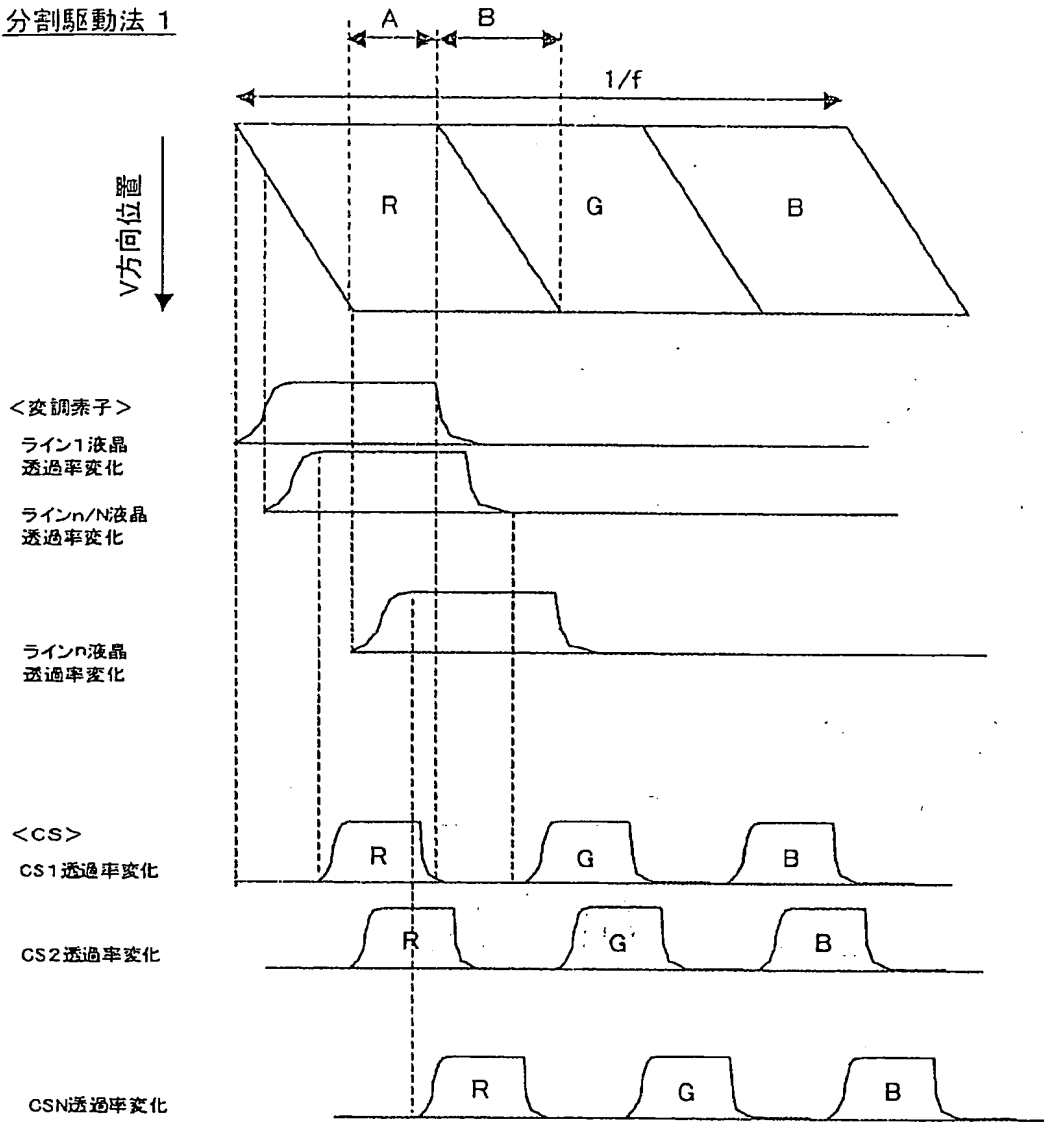
【図 12】



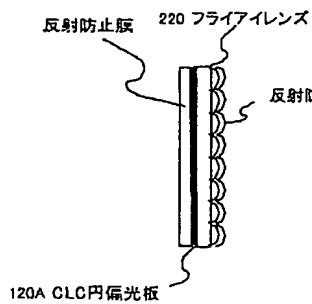
XGA→n786. Δ=7.2μs

【図9】

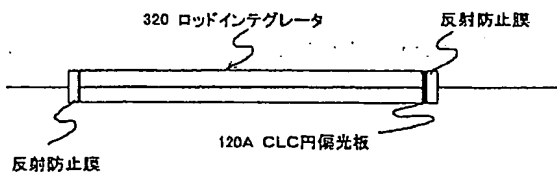
分割駆動法 1



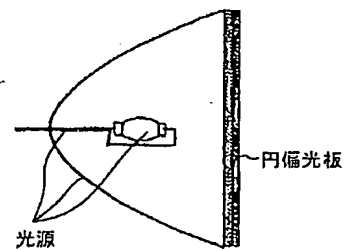
【図27】



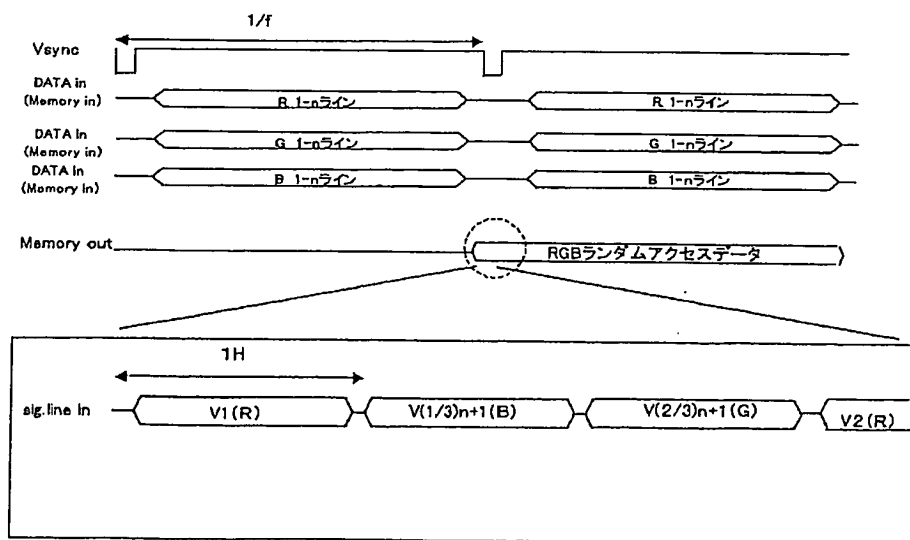
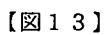
【図32】



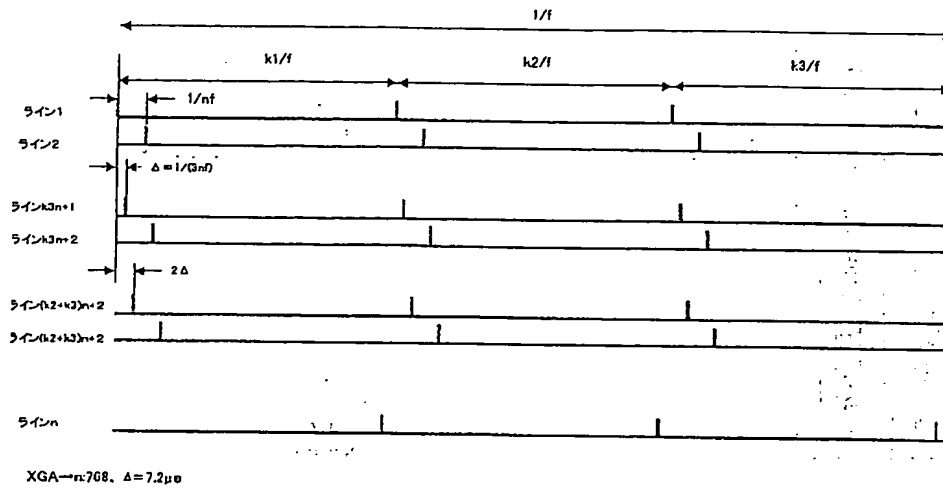
【図55】



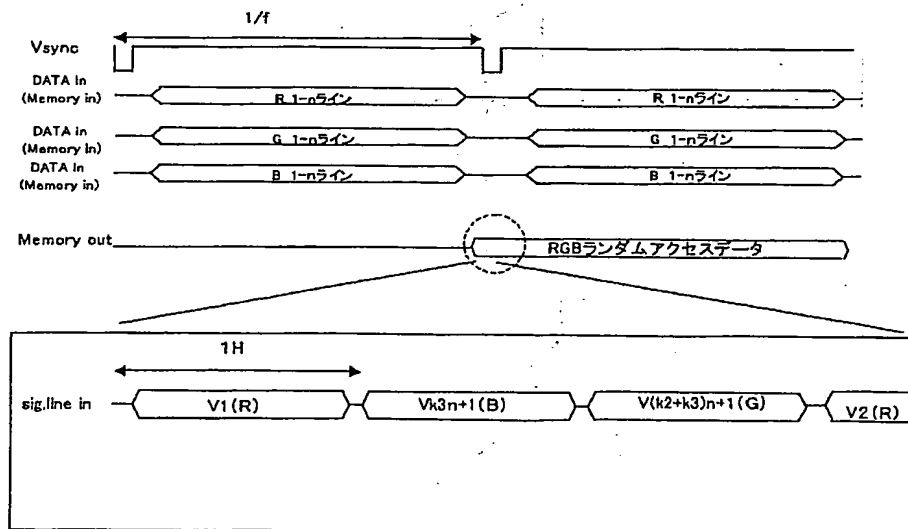
分割駆動法 2



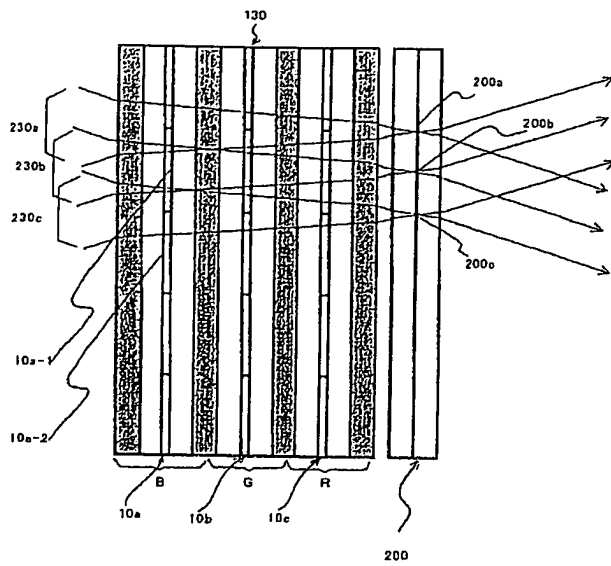
【図 14】



【図 15】

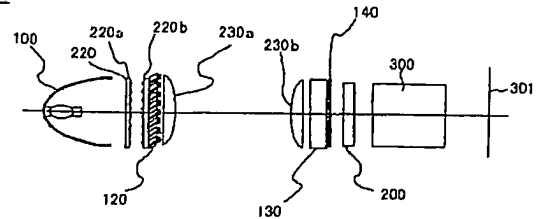


【図16】



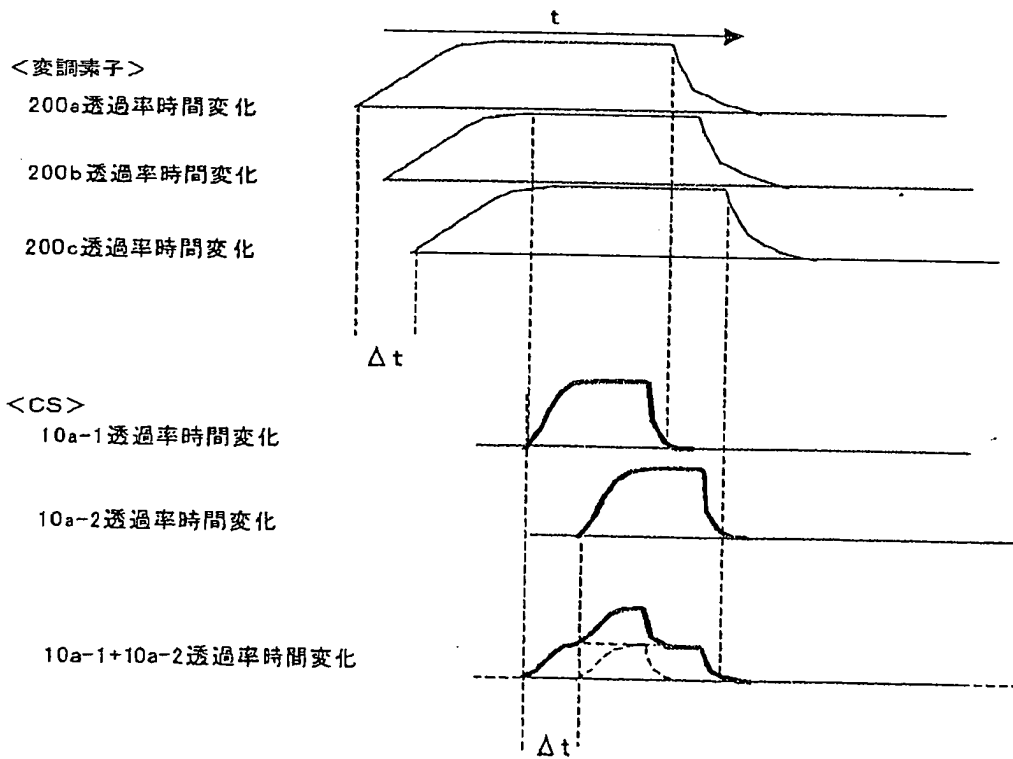
【図19】

実施例1

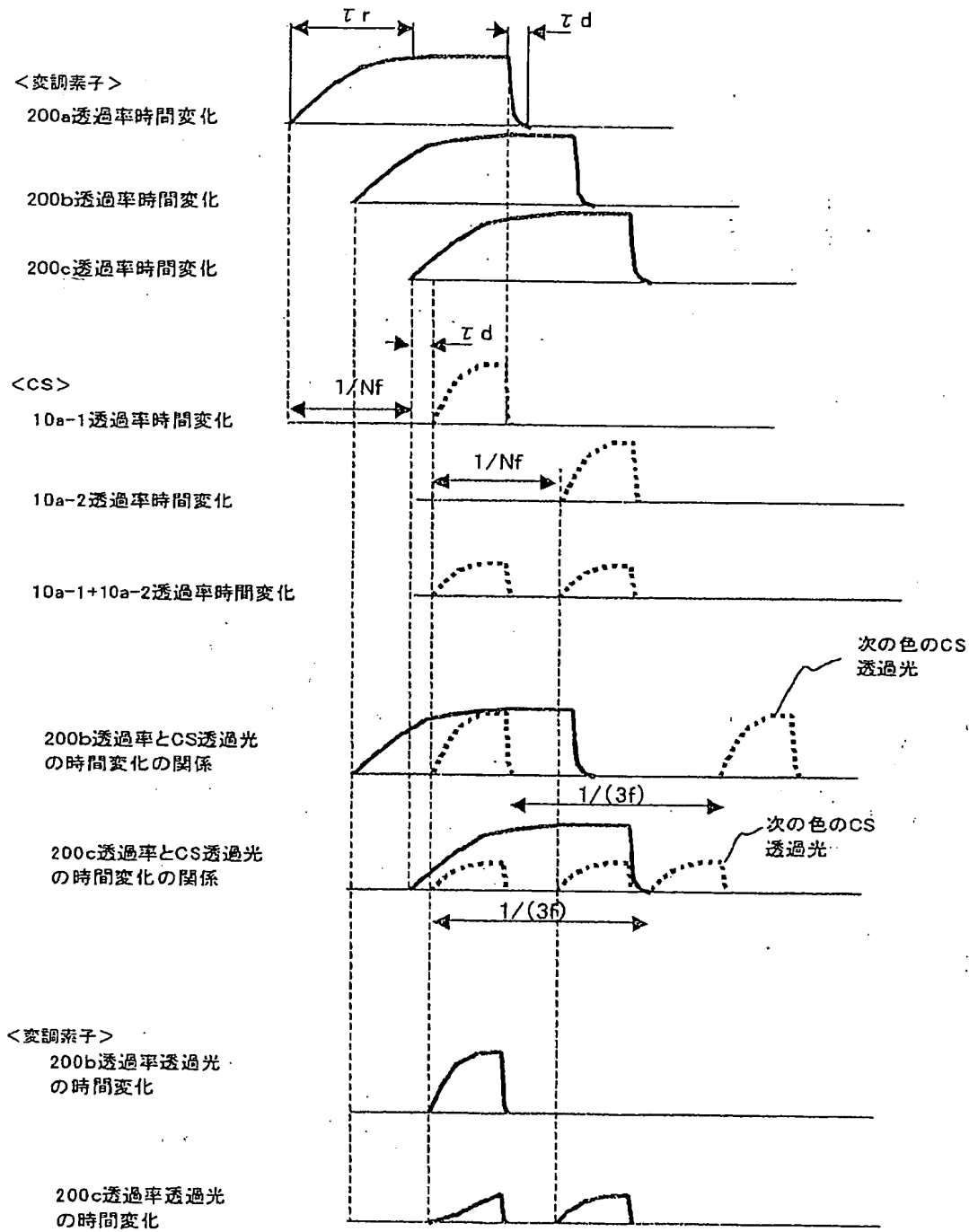


- 100 放物面ミラー付放電ランプ
- 220 フライアイニンググレーター、220a 第1面
- 230 コンデンサーレンズ
- 130 シーケンシャルカラーシャッター
- 140 反射型偏光板
- 200 透過型波導素子
- 120 PS変換素子
- 300 投射レンズ
- 301 スクリーン

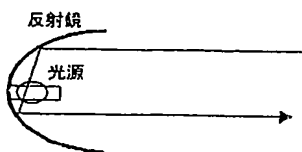
【図17】



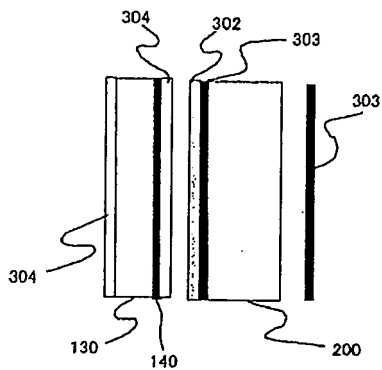
【図 18】



【図 57】

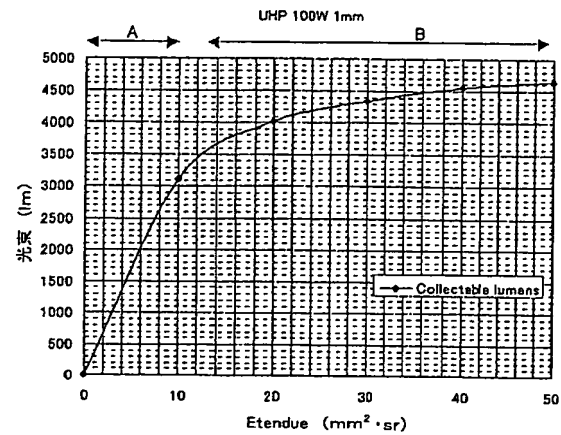


【図 20】

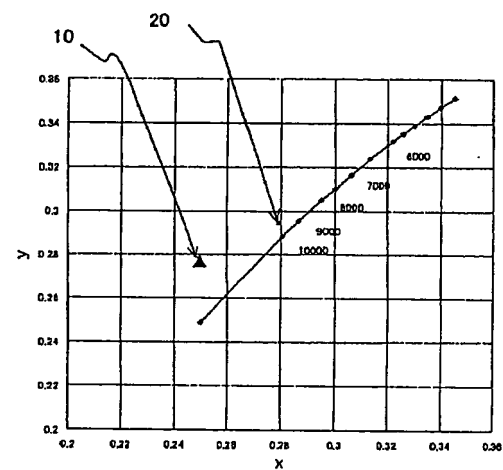


- 304 反射防止膜
130 シーケンシャルカラーシャッター
140 コレステリック液晶円偏光板
302 1/4 波長板
303 吸収型直線偏光板
200 変調素子

【図 23】

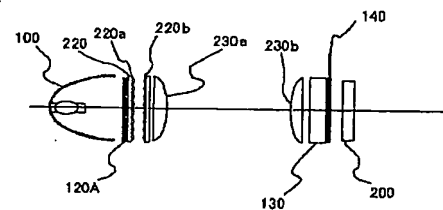


【図 25】



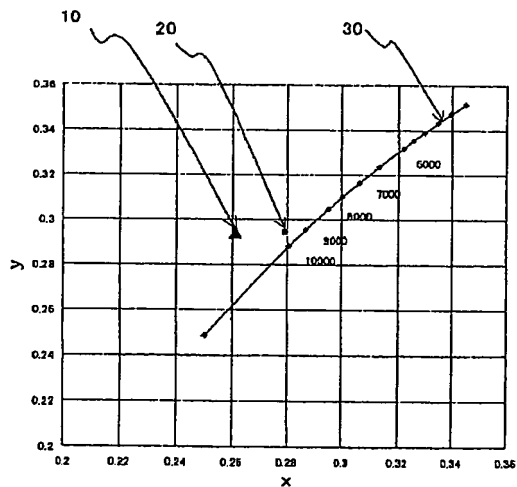
【図 26】

実施例2

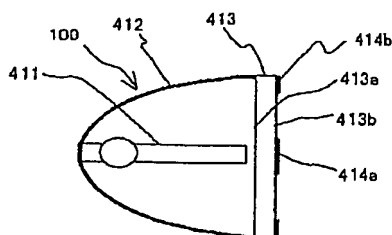


- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
220 フライアイインテグレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
140 反射型偏光板
200 変調素子 (透過型LCD)
120A 反射型偏光板

【図 24】

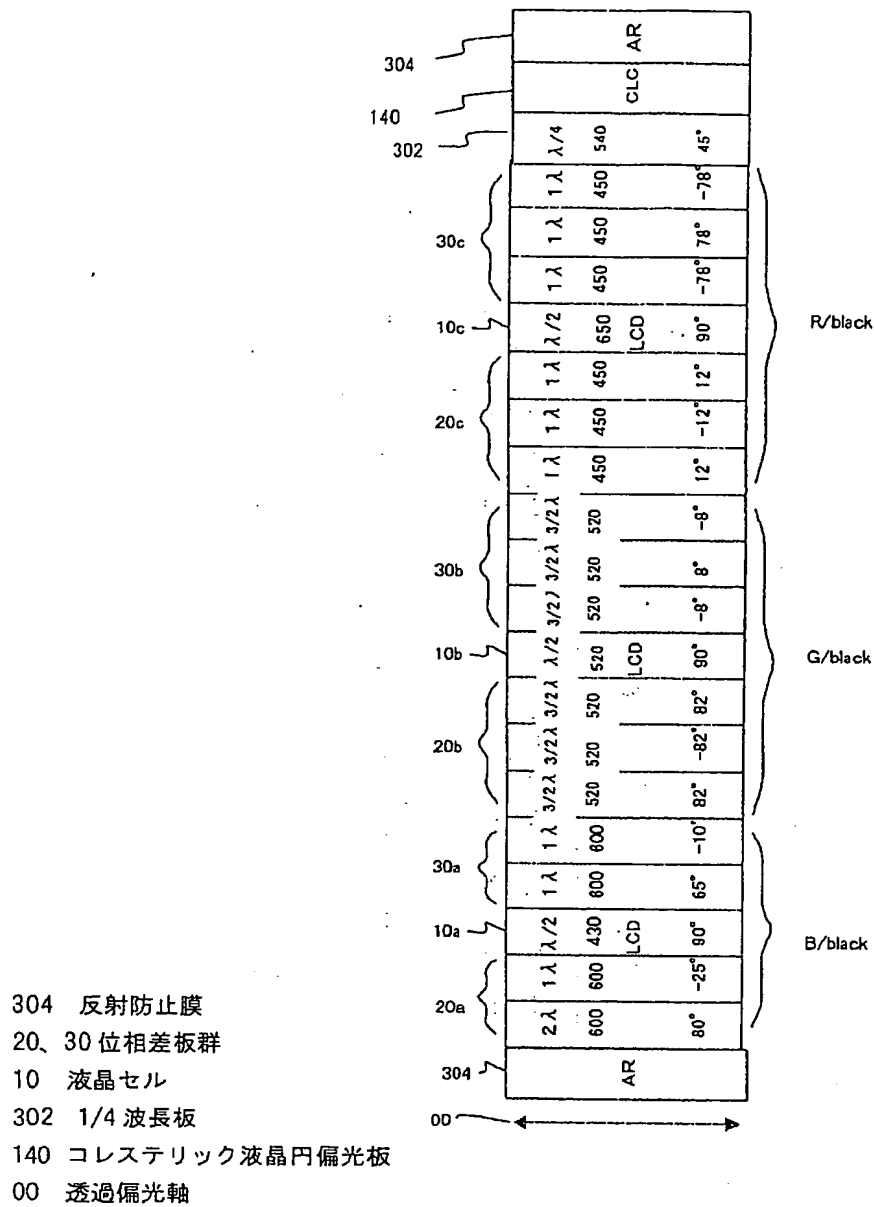


【図 41】

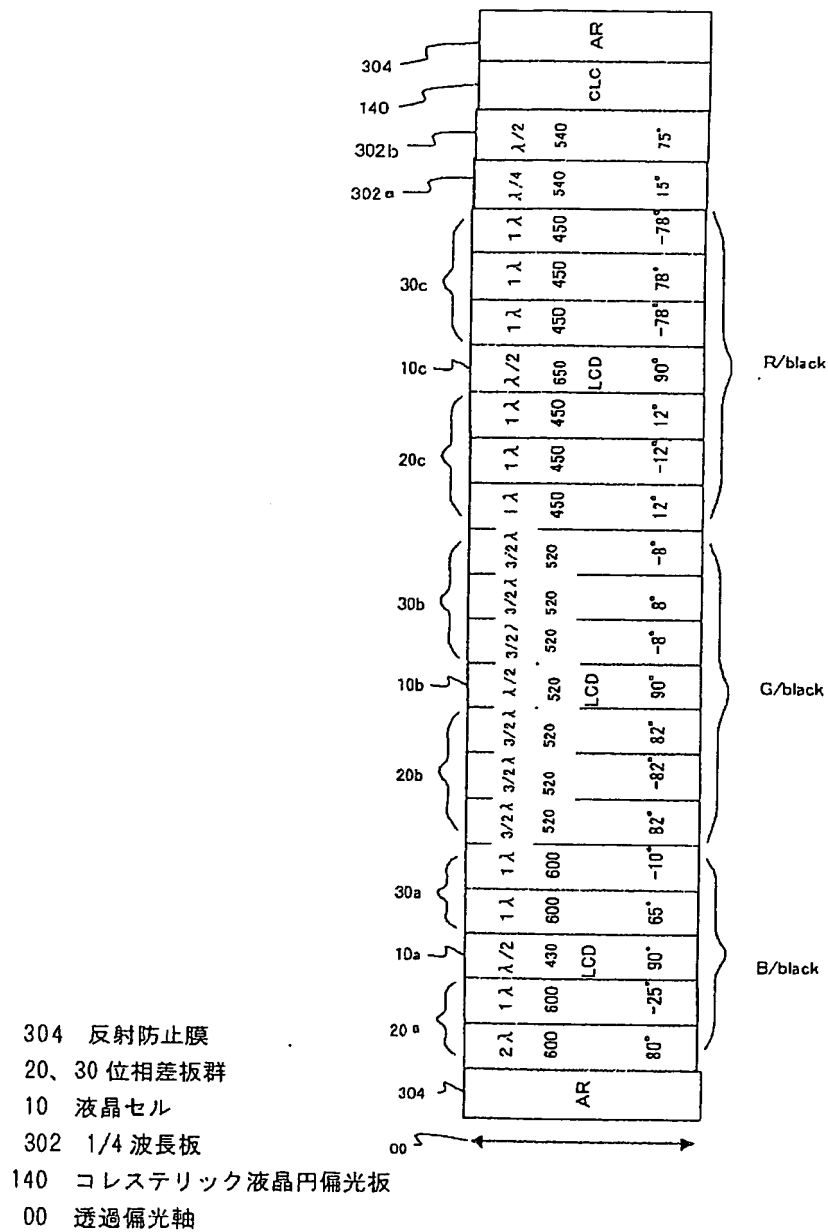


- 411 放電ランプ
412 放物面鏡
413 保護ガラス
414 反射板

【図 21】



【図22】



【図28】

304	CLC	AR		
140				
302	$\lambda/4$	540		-45°
30c	1λ	450		-78°
	1λ	450		-78°
	1λ	450		-78°
	1λ	450		-78°
10c	$\lambda/2$	550	LCD	90°
20c	1λ	450		12°
	1λ	450		-12°
	1λ	450		12°
	1λ	450		-12°
30b	$3/2\lambda$	520		-8°
	$3/2\lambda$	520		8°
	$3/2\lambda$	520		-8°
	$3/2\lambda$	520		8°
10b	$\lambda/2$	520	LCD	90°
20b	$3/2\lambda$	520		-82°
	$3/2\lambda$	520		82°
	$3/2\lambda$	520		-82°
	$3/2\lambda$	520		82°
30a	1λ	600		-10°
10a	1λ	600		65°
	$\lambda/2$	430	LCD	90°
	1λ	600		-25°
	1λ	600		80°
20a	2λ	600		80°
302	$\lambda/4$	540		-45°
304	AR			

304 反射防止膜

20、30 位相差板群

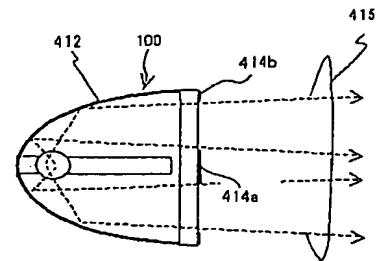
10 液晶セル

302 $1/4$ 波長板

140 コレステリック液晶円偏光板

00 入射円偏光

【図42】

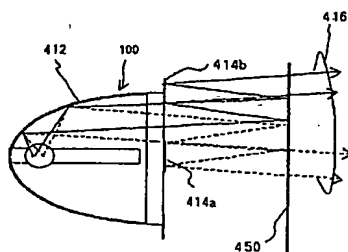


411 放物面鏡

414 反射板

415 出射光束

【図43】



412 放物面鏡

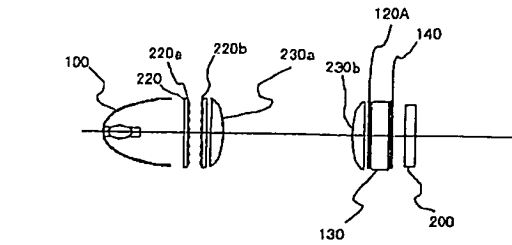
414 反射板

416 リサイクル光

450 コレステリック液晶円偏光板

【図 29】

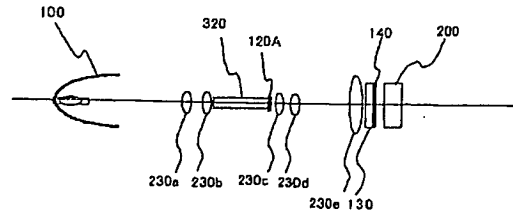
実施例3



- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
220 フライアイニンググレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
120A 反射型偏光板
200 変調素子 (透過型LCD)
140 反射型偏光板

【図 31】

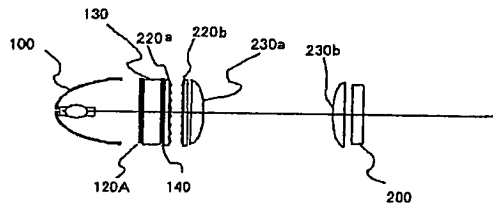
変例4



- 100 楕円ミラー付き放電ランプ
320 ロッドインテグレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
120A 反射型偏光板
200 変調素子 (透過型LCD)
140 反射型偏光板

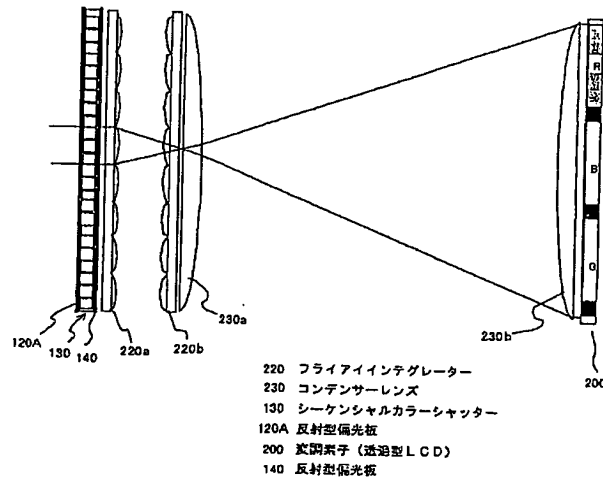
【図 33】

実施例5



- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
220 フライアイニンググレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
120A 反射型偏光板
200 変調素子 (透過型LCD)
140 反射型偏光板

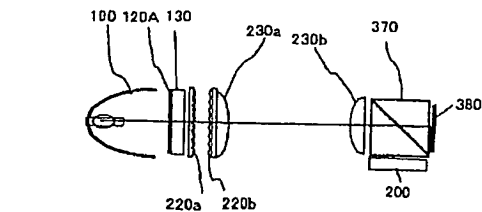
【図 34】



- 220 フライアイニンググレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
120A 反射型偏光板
200 変調素子 (透過型LCD)
140 反射型偏光板

【図 35】

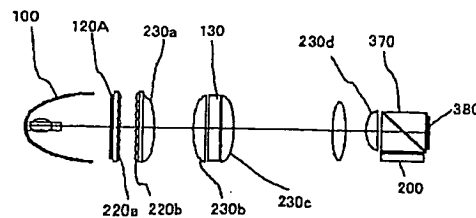
実施例6



- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
220 フライアイニンググレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
120A 反射型偏光板
200 変調素子 (反射型LCD)
370 PBS (偏光ビームスプリッター)
380 反射板

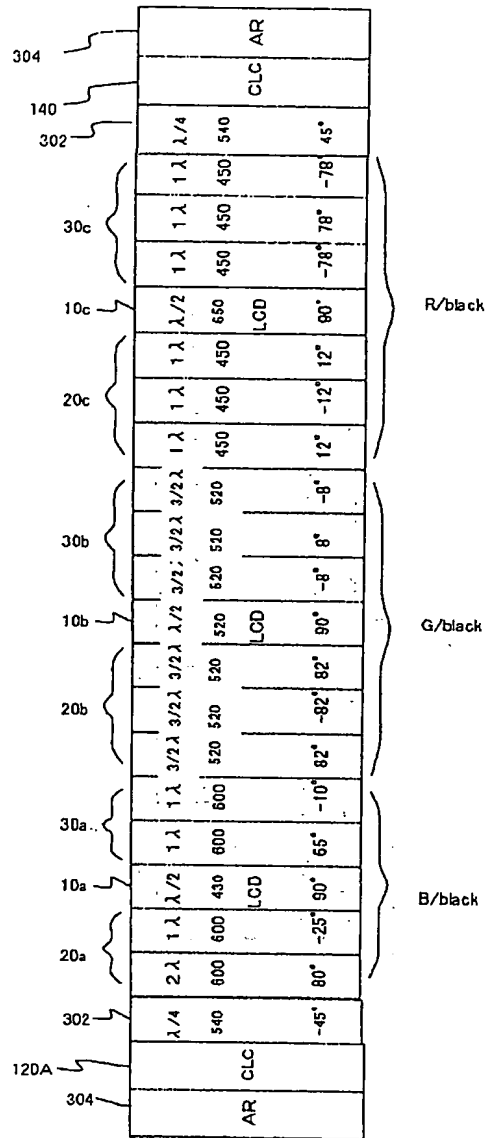
【図 37】

実施例7



- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
220 フライアイニンググレーター
230 コンデンサーレンズ
130 シーケンシャルカラーシャッター
120A 反射型偏光板
200 変調素子 (反射型LCD)
370 PBS (偏光ビームスプリッター)
380 反射板

【図30】



304 反射防止膜

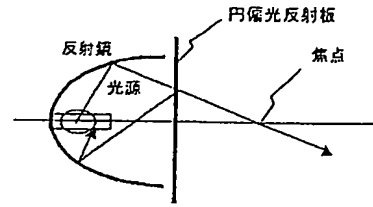
20、30 位相差板群

10 液晶セル

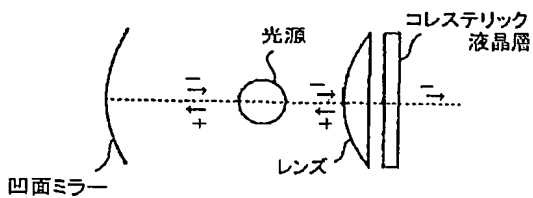
302 1/4 波長板

120A、140 コレステリック液晶円偏光板

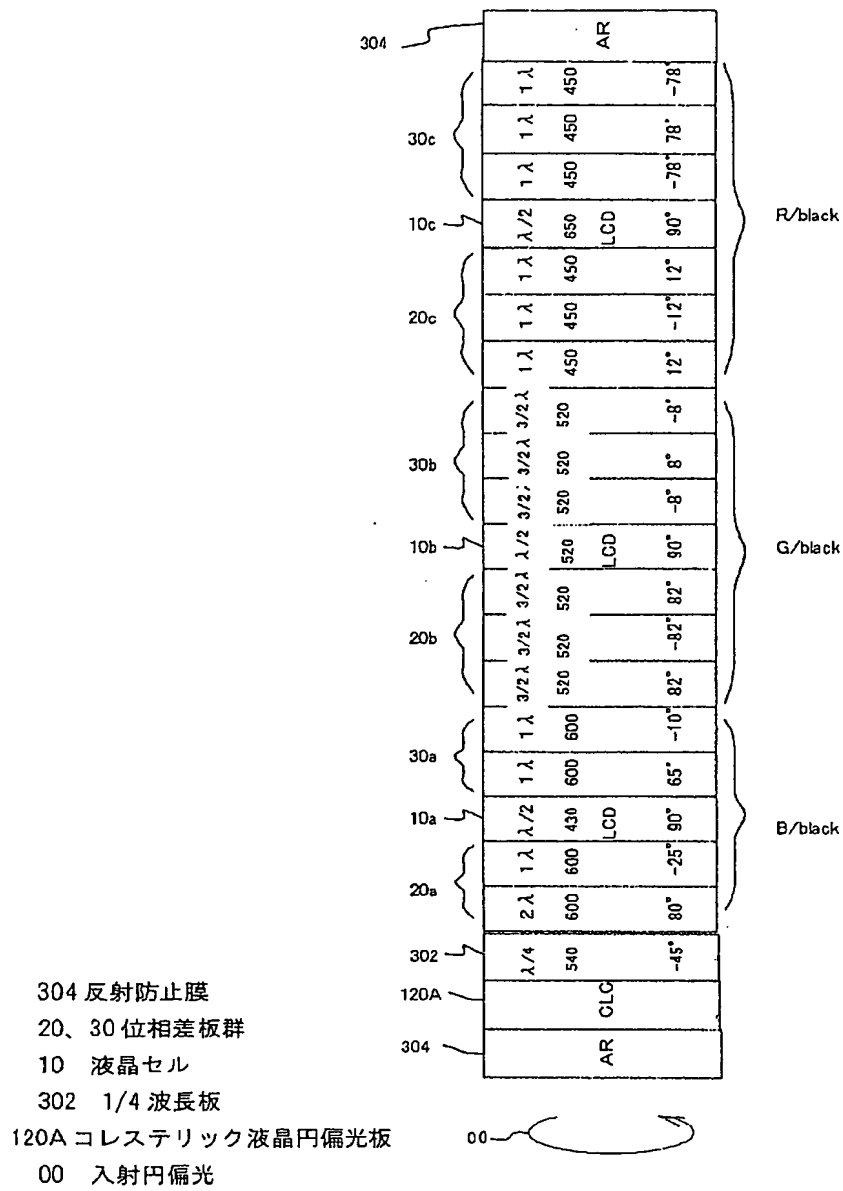
【図58】



【図56】

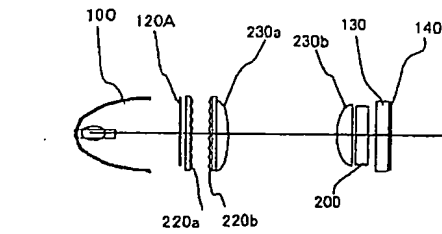


【図 36】



【図 38】

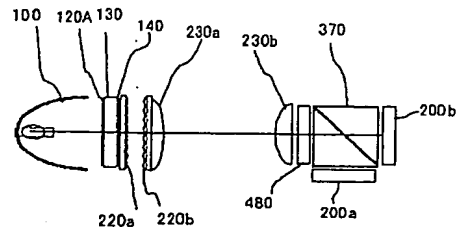
実施例 8



- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
 220 フライアイニンググレーター
 230 コンデンサーレンズ
 130 シーケンシャルカラーシャッター
 120A 反射型偏光板
 200 変調素子 (透過型 LCD)
 140 反射型偏光板

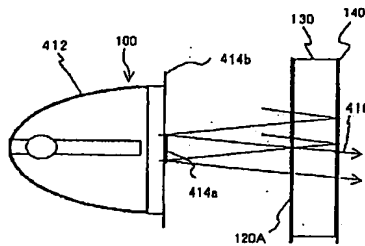
【図 39】

実施例 9



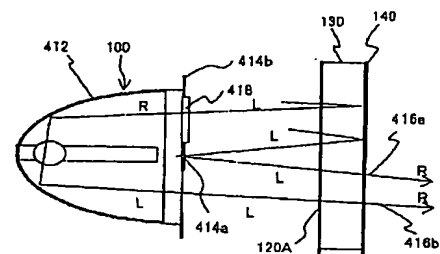
- 100 放物面ミラー付き放電ランプ
 220 フライアイニンググレーター
 230 コンデンサーレンズ
 130 シーケンシャルカラーシャッター
 120A 反射型偏光板
 200 変調素子 (反射型 LCD)
 370 PBS (偏光ビームスプリッター)
 480 偏光色分離素子

【図 44】



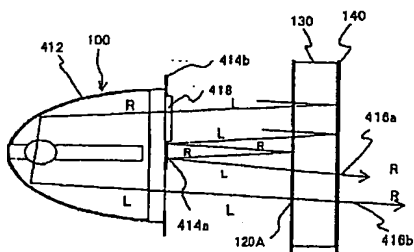
- 413 放物面鏡
 414 反射板
 416 リサイクル光
 120A, 140 直線偏光反射偏光板
 130 シーケンシャルカラーシャッター

【図 45】



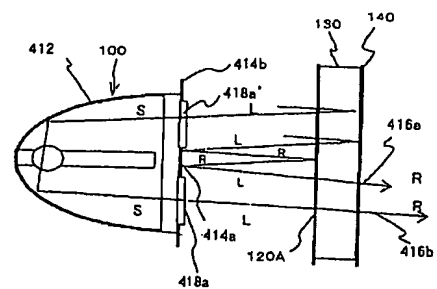
- 412 放物面鏡
 414 コレステリック液晶偏光板
 416 リサイクル光
 120A, 140 コレステリック液晶偏光板
 130 シーケンシャルカラーシャッター
 418 1/2 波長板

【図 46】



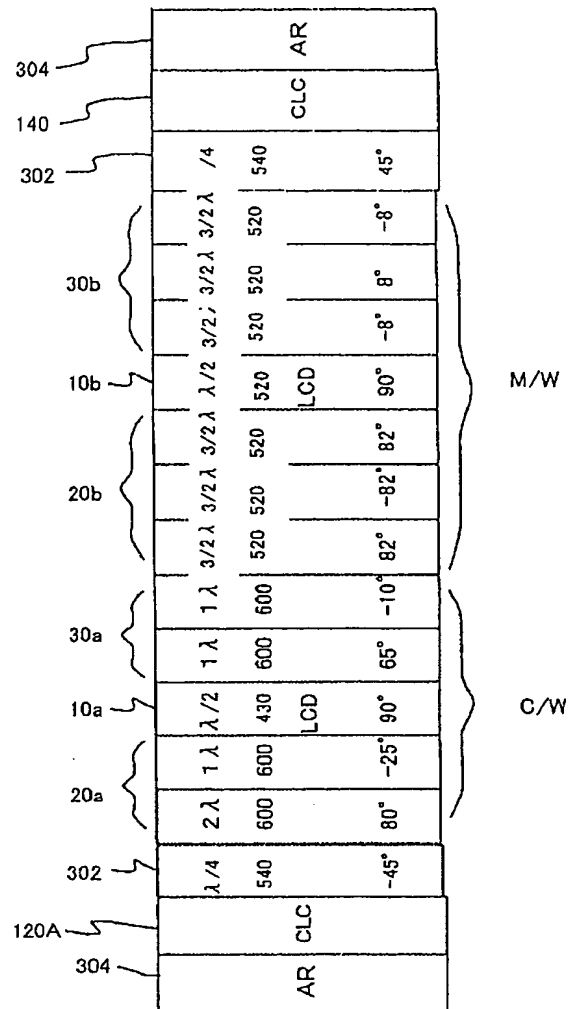
- 412 放物面鏡
 414 反射板
 416 リサイクル光
 120A, 140 コレステリック液晶偏光板
 130 シーケンシャルカラーシャッター
 418 1/2 波長板

【図 47】



- 412 放物面鏡
 414 反射板
 416 リサイクル光
 120A, 140 コレステリック液晶偏光板
 130 シーケンシャルカラーシャッター
 418 1/4 波長板

【図40】



304 反射防止膜

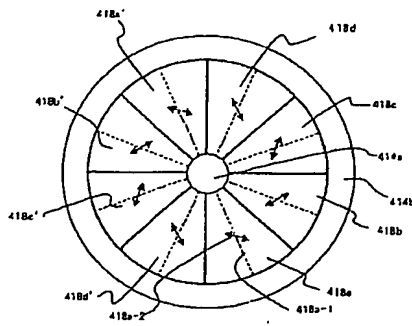
20、30 位相差板群

10 液晶セル

302 1/4 波長板

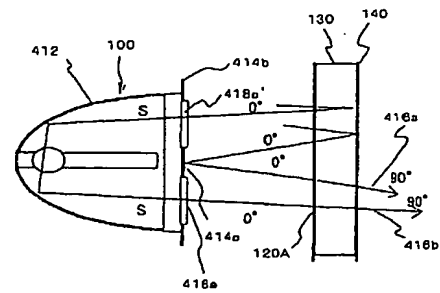
120A、140 コレスティック 液晶円偏光板

【図48】



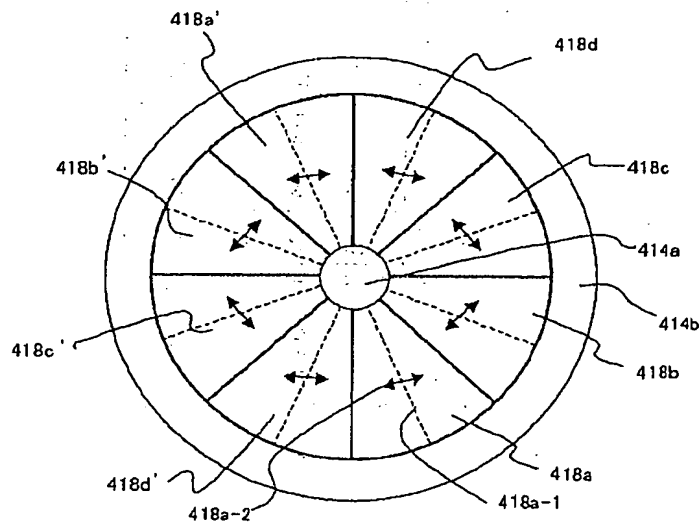
414 反射板
 418a~418d, 418a'~418d' 1/4 波長板
 418a-1 入射面
 418a-2 1/4 波長板遅相軸

【図49】



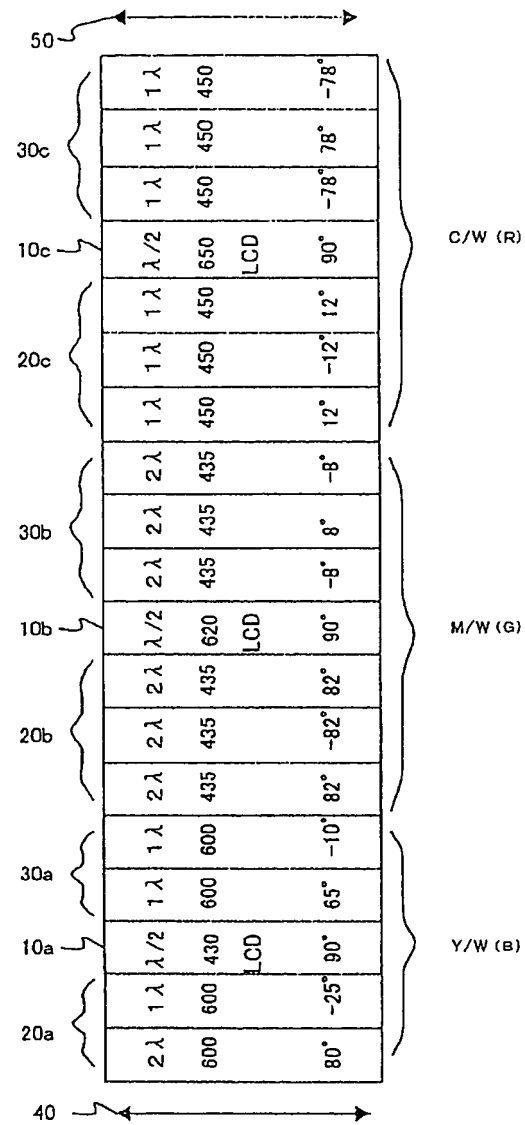
412 放物面鏡
 414 反射板
 418 リサイクル光
 120A, 140 広線偏光反射型偏光板
 130 シーケンシャルカラーシャッター
 418 1/2 波長板

【図50】



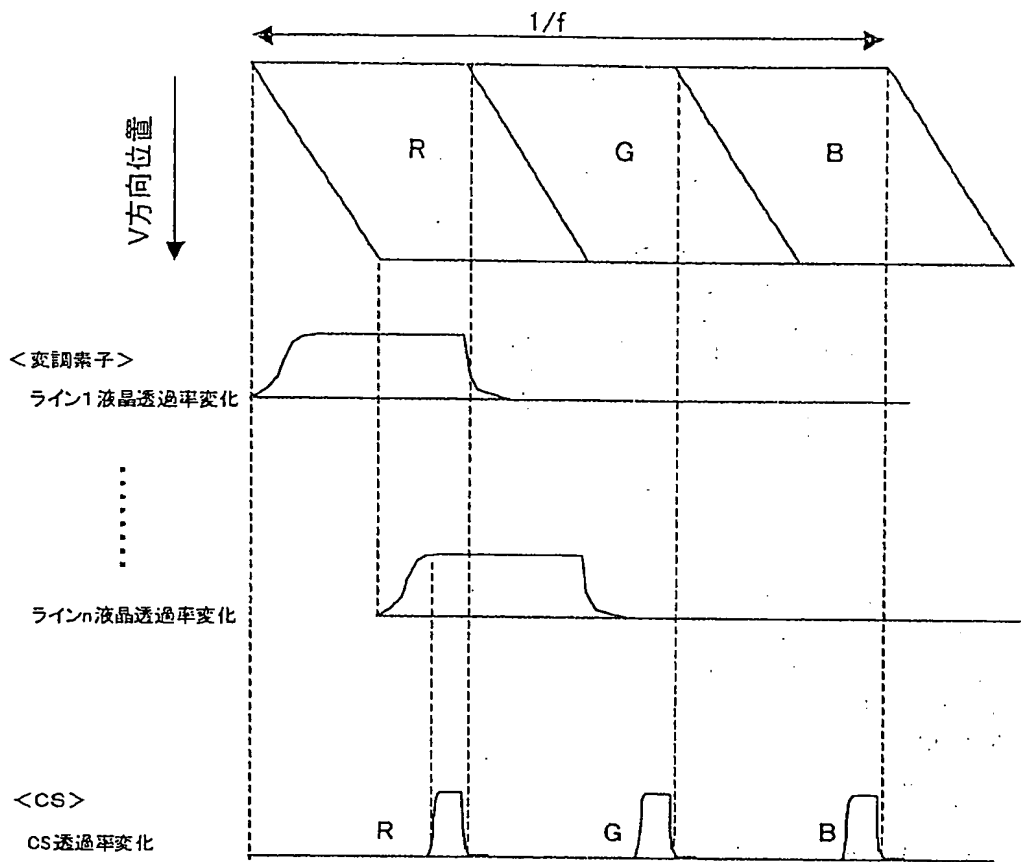
414 反射板
 418a~418d, 418a'~418d' 1/2 波長板
 418a-1 入射面
 418a-2 1/2 波長板遅相軸

【図51】

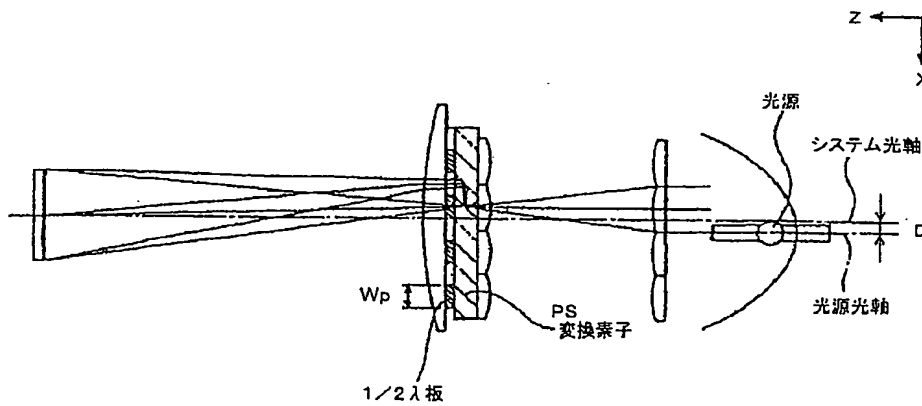


- 40 入射偏光軸
 20、30 位相差板群
 10 液晶セル
 50 検光子透過軸

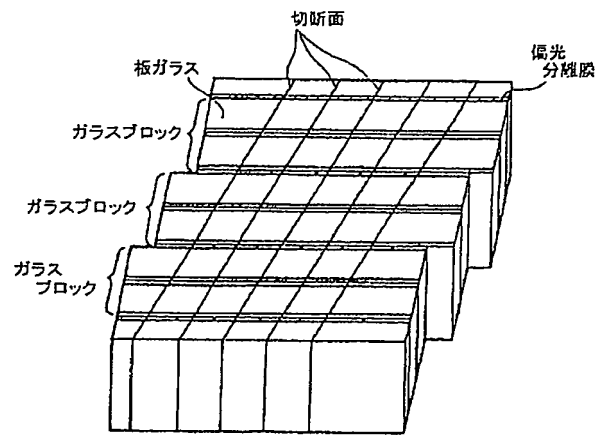
【図52】



【図53】



【図 5 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H049 BA02 BA03 BA05 BA07 BA42
BA43 BB03 BB62 BB65 BC22
2H088 EA14 EA15 EA47 GA03 HA06
HA08 HA15 HA17 HA18 HA20
HA21 HA24 HA28 JA05 MA01
2H091 FA08X FA08Z FA10Z FA11Z
FA14Z FA17Z FA26Z FA37Z
FA41Z GA13 HA07 LA16
MA07

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)